Water Reports / Rapports sur l'eau 7

ISSN 1020-1203

IRRIGATION IN AFRICA IN FIGURES

L'IRRIGATION EN AFRIQUE EN CHIFFRES

Food and Agriculture Organization of the United Nations

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FIAT PANIS

Copyright not claimed

ISSN 1020-1203

Water Reports / Rapports sur l'eau 7

IRRIGATION IN AFRICA IN FIGURES

L'IRRIGATION EN AFRIQUE EN CHIFFRES

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1995

Copyrighted material

The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

M-54
ISBN 92-5-003727-9

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior permission of the copyright owner. Applications for such permission, with a statement of the purpose and extent of the reproduction, should be addressed to the Director, Publications Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche documentaire ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit: électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur. Toute demande d'autorisation devra être adressée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, et comporter des indications précises relatives à l'objet et à l'étendue de la reproduction.

© FAO 1995

Copyrighted material

Foreword

Information on quantity and quality of freshwater and its availability and use is essential for sustainable economic development. Considering that a major share of the world's water resources is used for agricultural production, and water development plays a key role in increasing food production and achieving food security, information on agricultural water use has assumed greater importance. Reliable data are also required for joint management of internationally shared water resources. The "thirst" for water data is ever increasing and there is indeed considerable demand for data on rural water use from national governments and development agencies.

The Food and Agriculture Organization of the United Nations initiated an activity in 1993 to meet this demand with particular focus on irrigation. This resulted in the AQUASTAT Programme, the objective of which is to generate rural water use data at country level in a systematic manner. It was decided to give priority to the countries of the African continent, in view of the urgent need to promote irrigation development for food security in most countries of the continent.

This publication presents a description of the rural water situation in 53 countries of the African continent with relevant tables and maps. It is hoped that the information provided will be of use to all interested in African water resources development and management.

Avant-propos

Une information fiable concernant les aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau et de leur utilisation est essentielle pour assurer un développement économique durable. Si l'on considère que la majeure partie des ressources en eau dans le monde est utilisée à des fins agricoles et que l'eau joue un rôle primordial pour l'augmentation de la production agricole et la sécurité alimentaire, l'information concernant l'utilisation de l'eau en agriculture s'avère d'une importance capitale. Des données fiables sont également une condition fondamentale pour la gestion commune des ressources en eau internationales. La "soif" d'information sur l'eau s'accroît régulièrement et la demande, notamment de la part des gouvernements et des agences de développement, est considérable.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a entamé en 1993 un programme visant à répondre à cette demande, principalement pour ce qui concerne les problèmes relatifs à l'irrigation. Le programme AQUASTAT, dont l'objectif est de rassembler l'information concernant l'utilisation de l'eau en milieu rural par pays d'une manière systématique, a été lancé dans ce but. Priorité a été donnée aux pays du continent africain, étant donnés les besoins d'information relative à la promotion de l'agriculture irriguée pour la sécurité alimentaire dans un grand nombre de pays du continent.

Cette publication présente une description de la situation de l'utilisation de l'eau en milieu rural dans chaque pays, ainsi qu'une série de tableaux et de cartes synthétiques qui seront, nous l'espérons, utiles à ceux qui s'intéressent à l'utilisation et la gestion des ressources en eau en Afrique.

This One
6G22-ZZ2-ZQA9

Table of contents
Table des matières

	Page
Foreword	iii
Avant-propos	iii
PRESENTATION OF THE SURVEY	1
PRESENTATION DE L'ÉTUDE	13
Country profiles	1
Monographies par pays	14
Data collection, processing and reliability	2
Collecte, traitement et fiabilité des données	14
Terminology, conventions and definitions used in the survey	2
Terminologies, conventions et définitions utilisées dans cette étude	15
General summary	6
Synthèse	19
Water resources	6
Ressources en eau	19
Withdrawals	7
Prélèvements	19
Irrigation potential	8
Potentiel d'irrigation	21
Water managed areas	9
Superficies avec contrôle de l'eau	22
Irrigated crops	10
Cultures irriguées	24
Rate of use of equipped areas	12
Taux d'utilisation des superficies équipées	25
Environment and health	12
Environnement et santé	25

Copyrighted material

Page

SUMMARY TABLES/TABLEAUX RECAPITULATIFS 27

FIGURES 35

COUNTRY PROFILES/MONOGRAPHIES PAR PAYS 45

Algérie 47
Angola 53
Bénin 59
Botswana 65
Burkina Faso 71
Burundi 77
Cameroun 81
Cap-Vert 85
Comores 91
Congo 95
Côte d'Ivoire 99
Djibouti 105
Egypt 111
Equatorial Guinea 117
Eritrea 121
Ethiopia 127
Gabon 133
Gambia 137
Ghana 141
Guinée 147
Guinée-Bissau 153
Kenya 157
Lesotho 163
Liberia 167
Libya 171
Madagascar 175
Malawi 181
Mali 187
Maroc 195

Copyrighted material

Page

Mauritanie 203
Mauritius 209
Mozambique 213
Namibia 219
Niger 225
Nigeria 231
République centrafricaine 237
Rwanda 241
Sao Tomé-et-Principe 245
Sénégal 249
Seychelles 257
Sierra Leone 261
Somalia 267
South Africa 271
Sudan 277
Swaziland 283
Tanzania 287
Tchad 291
Togo 299
Tunisie 305
Uganda 313
Zaïre 317
Zambia 323
Zimbabwe 329

GENERAL BIBLIOGRAPHY/BIBLIOGRAPHIE GENERALE 335

Copyrighted material

List of figures
Liste des figures

		Page
1.	Regional division of Africa/Découpage régional de l'Afrique	35
2.	Water resources/Ressources en eau	37
3.	Water withdrawal (as a percentage of internal renewable water resources) Prélèvements en eau (en pourcentage des ressources en eau renouvelables internes)	39
4.	Irrigation	41
5.	Water managed areas/Superficies avec contrôle de l'eau	42
6.	Water managed areas (as a percentage of cultivated areas) Superficies avec contrôle de l'eau (en pourcentage des superficies cultivées)	43
7.	Water managed areas (as a percentage of irrigation potential) Superficies avec contrôle de l'eau (en pourcentage du potentiel d'irrigation)	44

List of tables
Liste des tableaux

1.	Regional distribution of water resources	7
	Distribution régionale des ressources en eau	20
2.	Regional distribution of water resources	8
	Distribution régionale des prélèvements d'eau	20
3.	Regional distribution of water management methods	10
	Distribution régionale des méthodes de contrôle de l'eau	22
4.	Regional distribution of main irrigated crops (partial information)	11
	Principales cultures irriguées (données partielles)	24

Copyrighted material

Page

5. Population, land use and irrigation potential
Population, utilisation des terres et potentiel d'irrigation 28

6. Water resources/Ressources en eau 29

7. Annual water withdrawal/Prélèvements annuels en eau 30

8. Types of water control/Types de maîtrise de l'eau 31

9. Full or partial control irrigation techniques
Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle 32

10. Irrigated crops/Cultures irriguées 33

In the tables, when information is not available, it is represented by a dash (-); when it is equal to 0, it is represented by a 0.

Dans les tableaux, lorsqu'une donnée n'est pas disponible, elle est représentée par un tiret (-); quand une donnée est nulle, elle est représentée par un 0.

UNITS/UNITES

$$1\ km^3 = 1.10^9\ m^3 = 1\ 000\ 10^6\ m^3$$

Unless specified, all quantities are expressed on an annual basis.

Sauf indication contraire, tous les chiffres sont exprimés sur une base annuelle.

Copyrighted material

DISCLAIMER STATEMENT

The information presented in this publication, collected from a variety of sources, is the most accurate information available to FAO. Formal clearance was requested from the countries but had not been received from some of them at the time of publication. Therefore the information presented here cannot be considered as official statistics.

CLAUSES DE RESERVE

Les informations présentées dans cette publication ont été recueillies à partir d'un grand nombre de sources différentes. Elles constituent pour la FAO l'information la plus précise. Les pays ont été sollicités pour commentaires, vérification et approbation de la monographie, mais tous n'ont pas répondu au moment de la publication. Aussi, l'information présentée ci-après ne peut en aucun cas être considérée comme ayant un caractère officiel.

Copyrighted material

Presentation of the survey

A massive effort has been made in the last decade to understand better the situation of water resources management and irrigation in Africa. In almost every country where water is seen as a major constraint to agricultural development, detailed studies on water resources and irrigation have been carried out. Yet it is still very difficult to obtain reliable, systematic information by country over large regions of the continent.

To address this problem, it was decided to launch a programme, later called AQUASTAT, which would use the information existing in the countries and make it available, in a standard format, to users interested in global or regional perspectives. In 1994, priority was given to the 53 countries of the African continent, and this publication is the result of that survey.

The purpose of the survey was twofold:

- to provide a clear picture of the situation of rural water resources management on a country basis, with emphasis on irrigation, and featuring major characteristics, trends, constraints and perspectives;
- to help support continental and regional analyses by providing systematic and reliable information on water for agriculture and rural development, and to serve as a tool for large-scale planning and projection making.

In order to obtain information that was as reliable as possible, the survey was developed and carried out as follows:

1. Country-based reviews of literature and existing information.
2. Data collection through a detailed questionnaire.
3. Data processing and critical analysis of the information, with the assistance of data processing software developed specifically for the survey and selection of the most reliable information.
4. Preparation of a country profile and submission to national authorities responsible for water resources and irrigation for further correction and approval.
5. Preparation of continental tables and maps, and cross-checking the information wherever possible.

Country profiles

Country profiles were prepared in the official FAO language of the country (except Equatorial Guinea which was prepared in English) and are presented here as such. Tables and maps are presented in English and French.

Copyrighted material

The country profile describes the situation regarding water resources and use in the country, and especially of the irrigation and drainage subsector. Its aim is to emphasize the particularities of each country, as well as the problems encountered in rural water management and irrigation. It also summarizes the trends of irrigation in the countries, as described in the literature available. It was a deliberate choice to attempt standardizing the country profiles as much as possible. All profiles follow a single pattern, organized in sections:

- geography and population, and climate and water resources;
- irrigation development;
- institutional environment;
- trends and evolution in water management;
- sources of information.

Standardized tables are used for all country profiles. When information is not available, it is represented by a dash (-). As most of the data are available for only a limited number of years, the most recent reliable data are used in the tables, with an indication of the year to which they refer.

Data collection, processing and reliability

The main sources of information were:

- national water resources and irrigation master plans;
- national yearbooks, statistics and reports;
- reports from FAO or other projects;
- international surveys;
- results from national or international research centre surveys.

In total 50 variables were selected and are presented in the tables attached to each country profile. They are grouped into categories corresponding to the sections of the profiles. A detailed definition of each variable is given below.

In most cases, a critical analysis of the information was necessary to ensure consistency between the different data collected for a given country. When several sources give different or contradictory figures, preference was always given to information collected at national or sub-national level and, unless proved wrong, to official rather than unofficial sources. In the case of shared water resources, comparison between countries was made to ensure consistency at river-basin level.

It remains that the accuracy and reliability of the information vary greatly between regions, countries and categories of information, as does the year in which the information was gathered. These considerations are discussed in the country profiles.

Terminology, conventions and definitions used in the survey

The following definitions have been used for the variable presented in the tables in the country profiles. They are presented in the order in which they appear in the tables.

Area of the country: (ha) The total area of the country, including area under inland water bodies. Data in this category are obtained from the United Nations Statistical Office.

Copyrighted material

Cultivable area: (ha) Area of land potentially fit for cultivation.

Cultivated area: (ha) Land under temporary (annual) crops.

Total population: (inhabitants) The figures are UN estimates for 1994.

Water supply coverage: (%) The percentage of urban and rural population with access to safe drinking water (criteria defined locally).

Average precipitation: (mm/yr and km^3/yr) Double average over space and time of water falling on the country in one year. Figures computed by FAO.

Internal renewable water resources: (km^3/yr) Average annual flow of rivers and groundwater generated from endogenous precipitation.

Global renewable water resources: (km^3/yr) The sum of internal renewable water resources and incoming flow originating outside the country.

Dependency ratio: (%) The part of the global renewable water resources which originates outside the country.

Total dam capacity: (km^3) The total cumulative capacity of all dams

Desalinated water: (10^6 m^3/yr) Installed capacity of desalination plants.

Water withdrawal: (10^6 m^3/yr) Gross amount of water which is extracted from the resources for a given use. It includes conveyance losses, consumptive use and return flow.

Agricultural water withdrawal: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of water withdrawn for agricultural purposes. It includes irrigation and livestock watering.

Domestic water withdrawal: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of water withdrawn for domestic purpose. It is usually computed as the total water withdrawn by public distribution networks, and usually includes the withdrawal of those industries connected to public networks.

Industrial water withdrawal: (10^6 m^3/yr) Usually, this sector refers to self-supplied industries not connected to any distribution network.

Total water withdrawal: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of water withdrawn for agricultural, industrial and domestic purposes. It does not include other withdrawal (see below).

Other water withdrawal: (10^6 m^3/yr) This includes all other sectors: energy, mining, recreation, navigation, fisheries and environmental. Those sectors are usually characterized by a very low consumption rate.

Wastewater produced: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of wastewater produced in the country. This does not include agricultural drainage water.

Treated wastewater: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of produced wastewater which is treated.

Copyrighted material

Reused treated wastewater: (10^6 m^3/yr) Annual quantity of treated wastewater which is reused.

Irrigation potential: (ha) Area of land suitable for irrigation development, taking into account land and water resources. It includes land already under irrigation.

Full or partial control irrigation: equipped area: (ha) Irrigation schemes executed and managed either by government, private estates or farmers, and where a full or partial control of water is achieved. Gardening is including in this category.

Surface irrigation: (ha) Part of the full or partial control area under surface irrigation: i.e., furrow, border, basin, and flooded irrigation of rice.

Sprinkler irrigation: (ha) Part of the full or partial control area irrigated by aspersion (sprinkler).

Micro-irrigation: (ha) Part of the full or partial control area irrigated by micro-irrigation.

Percentage of area irrigated from groundwater: (%) The part of the full or partial control area irrigated from wells (shallow wells and deep tubewells).

Percentage of area irrigated from surface water: (%) The part of the full or partial control area irrigated from rivers or lakes (reservoirs, pumping or diversion).

Percentage of equipped area actually irrigated: (%) The part of the full or partial control area which is actually irrigated. Often, the whole area equipped is not irrigated for various reasons, such as lack of water, absence of farmers, damage, organizational problems, and so forth. It concerns the physical areas. Irrigated land that is cultivated twice a year is counted once.

Spate irrigation area: (ha) Area of land equipped for spate irrigation.

Equipped wetlands and inland valley bottoms: (ha) The part of cultivated wetlands and inland valley bottoms which have been equipped for irrigation with water control structures (intake, canals, etc.). Developed mangroves are included in this category.

Other cultivated wetlands and inland valley bottoms: (ha) Part of wetland and inland valley bottom which have not been equipped with water control strucures but are used for cropping.

Flood recession cropping area: (ha) Area along rivers, where cultivation occurs in the areas exposed as floods recede.

Total water managed area: (ha) The sum of full or partial control irrigation equipped areas, spate irrigation areas, equipped wetlands and inland valley bottoms, other cultivated wetlands and inland valley bottoms and flood recession cropping areas. It does not include water harvesting area.

Power irrigated area as percentage of water managed area: (%) That part of the water managed area where pumps are used for water supply. It does not include areas where water is pumped with human- or animal-driven water lifting devices.

Copyrighted material

Full or partial control schemes: (ha) The areas of large, medium and small schemes, following the criteria used by the country, with the criteria given.

Total number of households in irrigation: Total number of households living directly from earnings coming out of full or partial controlled irrigation schemes.

Total irrigated grain production: (t) The total harvested quantity of cereals produced annually in the water managed area.

Harvested crops under irrigation: (ha) Total harvested irrigated area for the crop for the given year. Areas under double cropping should be counted twice. It concerns the crops cultivated in all water managed areas. If figures are only available for the full or partial control irrigation areas, it has been indicated between brackets.

Drained area: (ha) The area equipped with subsurface or open drains. Cultivated wetlands and inland valley bottoms where some kind of drainage is provided are not included in this category.

Flood-protected area: (ha) Area of land equipped with flood control structures.

Area salinized by irrigation: (ha) Total irrigated area affected by salinization as a result of irrigation. This does not include naturally saline areas.

Notes

Notwithstanding the detailed description of each variable, some problems persist due to the fact that it is not always clearly indicated in the available literature what definition has been used in computing the figures. The most frequent problems encountered in computing the figures are listed below:

Arable land: the official definition of arable land is "land under temporary crops, temporary meadows for mowing or pasture, land under market and kitchen gardens, and land temporarily fallow". This definition tends to equate arable land with cultivated land. In this study, "cultivated land" has been preferred to "arable land" and the term "cultivable land" has been used to describe the area of land potentially fit for cultivation.

Cultivable land: this term may or may not include part or all of the forests and rangeland.

Cultivated land: some countries include perennial crops into the computation of cultivated land. The official FAO definition has been used systematically in this report. The way multiple cropping and intercropping are accounted for in the literature is not always clearly explained.

Agricultural water withdrawal: methods for computing agricultural water withdrawal vary from country to country. A review of the figure was performed for each country, based on crop water requirements and irrigated areas, and comments were added in the country profiles to explain the figure when necessary.

Livestock water withdrawal: some countries include it in domestic water withdrawal, others in agricultural withdrawal.

Surface and groundwater resources: it happens frequently that no attention is given to the possible double counting of water in these two categories. A critical review of the data was performed to systematically avoid double counting.

Irrigation potential: assumptions made in assessing irrigation potential vary from country to country. In most cases it is computed on the basis of available land and water resources, but economic and environmental considerations can also be taken into account. Except in a few cases, no consideration is given to the possible double counting of shared water resources. Mangrove, wetland and flood plains are usually, but not systematically included in irrigation potential.

Copyrighted material

Typology of water managed areas: it is particularly difficult to choose a typology which suits all country specificities. In this survey, the distinction was made between five broad categories of land using water for crop production (see Table 8). In some cases, distinction between flood recession cropping and cultivated wetland was not clear and an arbitrary decision had to be taken. When no distinction was possible between equipped and other cultivated wetland, all the area was accounted for in "other cultivated wetland and inland valley bottoms".

Irrigated area: in the text, irrigated areas consist of areas equipped with hydraulic structures to provide water to the crops. It includes areas equipped for full and partial control irrigation, spate irrigation areas, and equipped wetland or inland valley bottoms. It does not include non equipped cultivated wetland and inland valley bottoms and recession cropping areas.

Drainage: equipped wetland and inland valley bottoms often have structures for drainage as well as irrigation, in which case they have been accounted for as equipped wetland and inland valley bottoms.

GENERAL SUMMARY

The 53 African countries have been grouped into seven regions on a basis of geographic and climatic homogeneity, which has a direct influence on irrigation. These regions, presented in Figure 1, are referred to as the **Northern**, the **Sudano-Sahelian**, the **Gulf of Guinea**, **Central**, **Eastern**, **Indian Ocean islands**, and **Southern**[1]. This section briefly presents the particularities which can be observed at national and regional level, as well as trends which emerge from the information which was collected.

Water resources

The survey concentrated mostly on renewable resources. Distinction is made between the water resources generated from precipitation falling on the territory of the country or *internal renewable resources,* and *global renewable resources* which includes transfers from neighbouring countries (mostly through rivers). In both cases, the figure represents the maximum potential water resource irrespective of development potential, such as regulation of stream flow, or extractable groundwater.

Table 1 presents, for each region, data relative to internal resources and compares these results with precipitation figures. The ratio between these two figures can be assimilated to some kind of "runoff coefficient" which would take into account recharge of that portion of the aquifers which are not connected to the river network. At regional level, this coefficient varies from 6% in arid areas to 32% in the humid zones of the Gulf of Guinea and 34% in Madagascar. Data collected in the countries show that the coefficient varies from 2% in arid countries like Libya, Niger or Botswana, up to extreme values higher than 80% in the most

---

[1] The regions are:
Northern: Algeria, Egypt, Libya, Morocco, Tunisia
Sudano-Sahelian: Burkina Faso, Cape Verde, Chad, Djibouti, Eritrea, Gambia, Mali, Mauritania, Niger, Senegal, Somalia, Sudan
Gulf of Guinea: Benin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinea, Guinea Bissau, Liberia, Nigeria, Sierra Leone, Togo
Central: Angola, Cameroon, Central African Republic, Congo, Equatorial Guinea, Gabon, São Tome and Principe, Zaire
Eastern: Burundi, Ethiopia, Kenya, Rwanda, Tanzania, Uganda
Indian Ocean Islands: Comoros, Madagascar, Mauritius, Seychelles
Southern: Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, South Africa, Swaziland, Zambia, Zimbabwe

Copyrighted material

TABLE 1
Regional distribution of water resources

Region	Area	Precip.	Internal renewable resources			
	(1000 km²)	(km³/yr)	(km³/yr)	(mm/yr)	% of total	% of precip.
Northern	5 753	411	50	8.7	1.2	12.2
Sudano-Sahelian	8 591	2 878	170	19.8	4.3	5.9
Gulf of Guinea	2 106	2 965	952	452.0	23.8	32.1
Central	5 329	7 621	1 946	365.2	48.8	25.5
Eastern	2 916	2 364	259	88.8	6.5	11.0
Islands (I.O.)	591	1 005	340	575.3	8.5	33.8
Southern	4 739	2 967	274	57.8	6.9	9.2
Total	30 025	20 211	3 991	132.9	100.0	19.7

humid areas of Sierra Leone and Liberia. Although they cover the largest part of the continent, the Northern and Sudano-Sahelian regions contribute only respectively 1.2% and 4.3% of the total water resources of Africa. The Southern region also shows a very low runoff coefficient (9%).

Withdrawals

Table 2 shows the distribution of water withdrawals by region between the three major sectors of water use: agriculture, communities and industries. Water requirements for navigation, fisheries, mining, environment and recreation, although they can represent a significant part of the water resources, have a very low net consumption rate and are computed in very different manners by the countries, which complicates the regional analyses. For these reasons, they are not included in the computation of regional withdrawals but they appear, when available, in the country profiles.

For the continent as a whole, about 85% of water withdrawals are directed towards agriculture but this figure varies considerably from one region to another. Arid regions, where irrigation plays an important role in agriculture, have the highest level of water withdrawal for agriculture. The Northern region alone represents more than half of the agricultural withdrawal of the continent. In contrast, the humid regions show the lowest agricultural withdrawals: 62% for the Gulf of Guinea and 43% for the Central region, where it is the same as domestic use.

The percentage of water withdrawal over internal renewable water resources is an indicator of the importance of transfers for some countries. Libya, Tunisia, Morocco and Algeria have almost no transfer from other countries. The rate of utilization of water resources is high. This situation requires a very strict management of the resources and leads to a competition between the sectors of water use. In Libya, annual water withdrawal is higher than the volume of renewable resources, the difference coming from non-renewable resources (fossil water). Egypt and Mauritania also withdraw more water than is produced

Copyrighted material

TABLE 2
Regional distribution of water withdrawals

Region	Withdrawals by sector					
	Agriculture	Communities	Industries	Total	As % of total	As % of internal resources
	$\times 10^6 m^3/yr$	$\times 10^6 m^3/yr$	$\times 10^6 m^3/yr$	$\times 10^6 m^3/yr$	%	%
Northern	65 000 (85%)	5 500 (7%)	5 800 (8%)	76 300 (100%)	50.9	152.6
Sudano-Sahelian	22 600 (94%)	1 200 (5%)	300 (1%)	24 100 (100%)	16.1	14.2
Gulf of Guinea	3 800 (62%)	1 600 (26%)	700 (12%)	6 100 (100%)	4.1	0.6
Central	600 (43%)	600 (43%)	200 (14%)	1 400 (100%)	50.9	0.1
Eastern	5 400 (83%)	900 (14%)	200 (3%)	6 500 (100%)	4.3	2.5
Islands (I.O.)	16 400 (99%)	200 (1%)	20 (-)	16 620 (100%)	11.1	4.9
Southern	14 100 (75%)	3 000 (16%)	1 800 (9%)	18 900 (100%)	12.6	6.9
Total	127 900 (85%)	13 000 (9%)	9 020 (6%)	149 920 (100%)	100.0	3.8

on their territory, but benefit from transfer from other countries through the Nile and Senegal rivers respectively. Niger, Somalia, Eritrea and Chad, in the Northern hemisphere, and Namibia and Botswana in the South, have few internal renewable resources but benefit from important transfers. In these countries, withdrawal is still less than their internal resources, but some of it is already taken from incoming water.

Sudan, South Africa and Swaziland have high rates of use of their internal resources, but benefit from important resources and significant amounts of incoming water.

Wastewater treatment and reuse (Tunisia, Egypt and Morocco) and desalinated water (Cape Verde, Egypt, Libya, Mauritania and South Africa) are also indicators of scarce water resources.

Irrigation potential

Due to its close relationship with water resources, irrigation potential is also unevenly distributed between the regions. It is significant to observe that this value is much less known and studied in countries benefitting from important water resources than in more arid countries. It should also be noted that the important transfers of water resources from humid to arid regions allow these latter to benefit from an irrigation potential much larger than their internal water resources would permit. This is the case of the regions traversed by the rivers

Copyrighted material

Senegal, Chari and Niger in West Africa; Nile, Juba and Shebele in Eastern Africa; and Limpopo, Orange and Zambezi in Southern Africa, to name some of the most important.

The existence of inter-regional rivers and the transfers of water they implu hampers the computation of irrigation potential on a regional basis. In the same way, the computation of irrigation potential as it is presented in Table 5 may lead to a double counting of part of the shared resources, which could be avoided only through a river-basin approach. It should be noted also that the methods used in estimating irrigation potential vary from country to country, and that the choice of method can significantly affect the result, especially in humid countries. Estimates for Zaïre, for instance, vary from 1 to 40 million hectares, and irrigation potential of Congo, estimated at around 40 000 hectares in the literature, is probably only a small portion of the physical potential of the country.

Bearing in mind these uncertainties, one can notice that seven countries concentrate about 60% of the irrigation potential of Africa (Angola, Sudan, Egypt, Zaïre, Ethiopia, Mozambique and Nigeria), while at the other end of the list, 18 countries share only 5% of this potential.

Water managed areas

The diversity of water management situations encountered in Africa requests the choice of a classification which would best represent the situation of irrigation in each country. The land on which water is used for the purpose of agricultural production has been called in the text *water managed areas*. The term *irrigated areas* has been limited to that part of the water managed areas equipped with hydraulic structures: full or partial control irrigation, equipped wetland or valley bottoms and areas equipped for spate irrigation (see Table 3). The difference between the two categories comprises cultivated wetland and valley bottoms without irrigation equipment and recession cropping areas.

Water managed areas comprise 14.3 million ha in Africa. There is a very heterogenous geographical distribution of water managed areas: the North represents more than 40% of the total. The part of water managed areas in national agriculture varies from less than 1% of cultivated land (Zaïre, Uganda, Ghana, Togo and Comoros) to 100% in the most arid countries (Egypt and Djibouti, where agriculture is impossible without irrigation). This distribution of water managed areas shows clearly the relation between climate and the role of irrigation in agriculture. In Equatorial Africa, where precipitation is greatest, rainfed agriculture is dominant. Irrigation is used for winter cropping, rice cultivation, to secure high value crops, or in wetlands and inland valleys. In Madagascar, rice cultivation on the plateaus is very developed, which explains the high percentage of irrigation in that country even though rainfall is relatively favourable.

At national level, the distribution of water managed areas is very uneven. Five countries (Egypt, Sudan, South Africa, Morocco and Madagascar), which cover 19% of Africa, hold more than 60% of the water managed areas. By adding Nigeria, Algeria, Libya, Angola and Tunisia, more than 80% of the water managed area is controlled by 10 countries. In contrast, 28 countries, covering more than 30% of Africa, share a mere 5% of water managed lands.

Among the five classes of water management presented in Table 3, one can notice that full or partial control irrigation is the most widespread (81% of the area). Among the other classes of water management, cultivated wetlands and valley bottoms and recession cropping are a majority (15% of the total). Apart from full and partial control irrigation, present in

Copyrighted material

TABLE 3
Regional distribution of water management methods

Region	Irrigation				Other cultivated wetlands/ valley bottoms	Flood recession cropping	Total		
	Full or partial control	Spate irrigation	Equipped wetlands/ valley bottoms	Total irrigation					
	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	as % of total	as % of culti-vated land
Northern	5 610 (95%)	305 (5%)	- (-)	5 915 (100%)	- (-)	- (-)	5 915 (100%)	41.5	24.8
Sudano-Sahelian	2 263 (79%)	212 (7%)	9 (-)	2 484 (86%)	97 (4%)	296 (10%)	2 877 (100%)	20.2	12.1
Gulf of Guinea	307 (22%)	- (-)	163 (11%)	470 (33%)	193 (14%)	730 (53%)	1 393 (100%)	9.8	4.0
Central	119 (25%)	- (-)	2 (-)	121 (25%)	352 (74%)	3 (1%)	476 (100%)	3.3	3.9
Eastern	428 (65%)	- (-)	6 (1%)	434 (66%)	222 (34%)	- (-)	656 (100%)	4.6	2.9
Islands (I.O.)	1 105 (100%)	- (-)	- (-)	1 105 (100%)	- (-)	- (-)	1 105 (100%)	7.7	40.3
Southern	1 645 (90%)	- (-)	- (-)	1 645 (90%)	182 (10%)	9 (-)	1 836 (100%)	12.9	8.1
Total	11 477 (81%)	517 (4%)	180 (1%)	12 174 (86%)	1 046 (7%)	1 038 (7%)	14 258 (100%)	100.0	9.9

almost all countries, the other categories are usually concentrated in a few countries. Recession cropping is used essentially on the rims of the rivers Niger and Senegal and of their tributaries, or along the Logone, Chari, Zaïre, Molopo and Okavango. The *fadamas* of Northwestern Nigeria, classified here as recession cropping due to lack of detailed information on their degree of development, represent 70% of that category. Spate irrigation is concentrated in the Maghreb and the Horn of Africa.

When analysing irrigation techniques used in the full and partial control schemes, Table 9 shows that surface irrigation is by far the most widely used technique (more than 80% of the total). However, more than one million hectares of irrigation by aspersion have been reported, most of it being concentrated in the North (Libya, Egypt, Morocco, Tunisia), in Zimbabwe, in South Africa and, to a lesser degree, in Kenya and Zambia. In relative terms, aspersion represents the most widely used technique in Botswana, Zimbabwe and South Africa, which benefit from a relatively long tradition in this field. Finally, the most important areas under micro-irrigation are concentrated in Egypt and South Africa.

Irrigated crops

So far, the figures given in the text refer to physical areas, which is not the case for irrigated crops which are measured in terms of harvested areas. The same plot can thus be counted several times if it is used for several crops in a year.

Copyrighted material

The figures on crops in water managed areas are very incomplete and do not allow the establishment of statistical tables by country showing the distribution of the major crops under water management in Africa. However, by using all the information available, information can be obtained on about 10.5 million hectares of crops. This figure corresponds to 75% of the physical area with water control and it can thus be considered as representative of the situation of crops in water managed lands on the continent and in the major regions. Results are summarized in Table 4, in which the different crops have been grouped in six major categories.

TABLE 4
Regional distribution of main irrigated crops (partial information)

Region	Rice	Other cereals	Vegetables	Fodder	Industrial crops	Arbori-culture	Total
	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha	'000 ha
Northern	538 (11%)	2 221 (45%)	423 (9%)	1 207 24%)	80 (2%)	459 (9%)	4 928 (100%)
Sudano-Sahelian	384 (22%)	839 (48%)	61 (3%)	4 (-)	471 (27%)	1 (-)	1 760 (100%)
Gulf of Guinea	993 (80%)	52 (4%)	168 (14%)	- (-)	21 (2%)	6 (-)	1 240 (100%)
Central	21 (29%)	- (-)	4 (6%)	- (-)	42 (59%)	4 (6%)	71 (100%)
Eastern	173 (38%)	80 (18%)	158 (35%)	- (-)	33 (7)	8 (2%)	452 (100%)
Islands (I.O.)	880 (97%)	- (-)	- (-)	- (-)	31 (3)	- (-)	911 (100%)
Southern	147 (13%)	358 (32%)	42 (4%)	353 (31%)	198 (17%)	32 (3%)	1 130 (100%)
Total	3 136 (30%)	3 550 (34%)	856 (8%)	1 564 (15%)	876 (8%)	510 (5%)	10 492 (100%)

The most widespread crop is rice, which alone represents more than one third of the water managed crop area. However, large discrepancies can be seen between the regions. Cultivated mostly in wetlands and valley bottoms, rice is the predominant crop in the humid zones of the Gulf of Guinea and Eastern Africa. It is also very developed on the plateaus of Madagascar. In the Northern and Southern regions, it represents only a small portion of the total crops under water management. Among the other cereals, wheat and maize are cultivated and irrigated mostly in the countries of the North (Egypt and Morocco) and in South Africa, Sudan and Somalia. Sorghum is cultivated in the Sudano-Sahelian region, mostly as recession cropping.

Vegetables (in the table, root and tuber crops have been included in this category) are present in all regions and almost every single country. On the whole, they represent about 8% of the cultivated areas under water management in Africa. In Algeria, Mauritania, Kenya, Burundi and Rwanda, they are in fact the most widespread crops under water management. Arboriculture, which represents 5% of the total, is concentrated almost uniquely

Copyrighted material

in the Northern region and is mostly composed of citrus. Industrial crops are located mostly in Sudan and in the countries of the Southern region (mostly cotton and oilseed crops). In this category, one also finds sugar cane, coffee, cocoa, oil and date palm, banana, tobacco and cut flowers. Apart from sugar cane, present in all regions except the Northern, the other crops are generally concentrated in a limited number of countries. Finally, the category grouping fodder crops and irrigated pastures, although it concerns only a very limited number of countries (concentrated in the Northern and the Southern regions) represents an important part of the cultures under water management (15%). Berseem, cultivated almost exclusively in Egypt, represents the most widespread irrigated crop in that country (1 million hectares). Other fodder crops or irrigated pasture are found principally in Morocco and in South Africa, with this last country having most of the irrigated pasture land (220 000 hectares).

Rate of use of equipped areas

One of the most frequently used indicators to assess the rate of intensification of the use of irrigated land is the cropping intensity, or the ratio between irrigated crops (including double and triple cropping) and areas equipped for irrigation. The survey showed, however, that this figure was almost never available or not reliable enough at country level. Another possible indicator is the rate of use of land equipped for irrigation, which is the part of the equipped areas actually used for production at least once in the year. This figure can vary significantly from one year to another, in particular where irrigation schemes have problems of water availability. In Table 9, the average rate of use of irrigated schemes for full and partial control is presented for each of the 30 countries where this information could be found. A regional analysis does not allow consideration of geographical trends in the variation of this value. This is probably due to the fact that it is a factor which is more related to socio-economic conditions specific to individual countries rather than to criteria related to climate and geography.

For eight out of the thirty countries, the rate of use of equipped areas is recorded to be 100% and more than half of the countries report rates of use above 80%. Conversely, countries like Lesotho, Benin, Angola, Mozambique and Eritrea show rates of use below 50%, the causes of which, very diverse, are described in detail in the country profiles. Overall, the equipped areas of the 30 countries represent 8.3 million hectares. About 1.5 million hectares, or 18% of the equipped area, is not irrigated.

Environment and health

Environmental and health problems in Africa are as serious as in other developing regions. However, in Africa, very little quantitative information is available on this aspect. Salinization of irrigated lands is a serious problem in a number of irrigation projects, such as in Egypt, Namibia, Morocco, Ethiopia and Senegal. Although water pollution by agriculture is not very serious at the continental level, due to relatively low levels of fertilizer application, fertilizer and agrochemical pollution of water resources is reported in the Northern region. Health problems related to water development, particularly vector-borne diseases such as schistosomiasis and malaria, are serious throughout the continent. Approximately 90 to 95 percent of malaria-related deaths in the world are estimated to be in Africa. Again, country-specific data, linking irrigation development and human health, are lacking in many countries. Some of these environmental and health issues, depending on availability and reliability of data, are described in the country profiles.

Copyrighted material

Présentation de l'étude

Beaucoup d'efforts ont été faits au cours de la dernière décennie pour mieux connaître et comprendre la situation de la gestion des ressources en eau et de l'irrigation en Afrique. Dans presque tous les pays pour lesquels l'eau représente une contrainte majeure au développement de l'agriculture, des études détaillées des ressources en eau et de l'irrigation ont été faites. Malgré cela, il est encore très difficile d'obtenir systématiquement des données fiables pour tous les pays d'une région et, a fortiori, du continent dans son ensemble.

Afin de contribuer à combler cette lacune, il a été décidé de lancer une enquête (programme connu sous le nom d'AQUASTAT) qui se fonderait sur cette information existant au niveau des pays, pour la présenter, sous une forme systématique et dans un format standardisé, aux lecteurs intéressés par les perspectives régionales ou globales. En 1994, la priorité a été donnée aux 53 pays d'Afrique. Cette publication est le résultat de cette enquête.

L'objectif de cette enquête est double:

- fournir une image aussi exacte que possible de la situation de l'hydraulique agricole et de l'hydraulique rurale en général pour chaque pays, avec une attention spéciale pour l'irrigation et en mettant en évidence les caractéristiques du pays et les tendances, les contraintes et les perspectives de l'irrigation et des ressources en eau;

- offrir une base pour les analyses au niveau régional et continental en fournissant une information systématique et fiable sur la situation des ressources en eau et de l'hydraulique agricole qui puisse venir en appui à la planification et aux projections régionales.

Afin d'obtenir l'information la plus fiable possible, l'enquête a été organisée comme suit:

1. Revue de la bibliographie et de l'information existante au niveau du pays.

2. Collecte de l'information à l'aide d'un questionnaire détaillé.

3. Traitement et analyse critique de l'information recueillie avec l'assistance d'un logiciel de traitement des données développé pour les besoins de l'enquête; sélection des informations les plus fiables.

4. Préparation d'une monographie du pays et soumission aux autorités nationales en charge des ressources en eau ou de l'hydraulique agricole pour vérification, correction et approbation.

5. Préparation de tableaux et de cartes présentant les informations par pays et vérification par recoupement lorsque cela était possible.

Copyrighted material

Monographies par pays

Les monographies par pays ont été préparées dans la langue officielle de communication de la FAO dans le pays (à l'exception de la Guinée équatoriale pour laquelle celle-ci a été préparée en anglais) et sont présentées dans cette langue. Les tableaux et les cartes sont présentés dans les deux langues.

Les monographies par pays décrivent la situation des ressources en eau et de leur utilisation dans le pays, ainsi que celle du sous-secteur de l'hydraulique agricole. Elles mettent en évidence les particularités de chaque pays et les problèmes que ceux-ci rencontrent dans la mise en valeur des ressources en eau, et plus particulièrement en irrigation. Elles résument les tendances de l'irrigation dans le pays telles que décrites dans la littérature. Les monographies sont présentées selon un canevas standardisé, organisé en sections selon le modèle suivant:

- géographie et population, climat et ressources en eau;
- développement de l'irrigation;
- environnement institutionnel;
- évolution de la gestion des ressources en eau;
- sources d'information.

Des tableaux standardisés ont été utilisés pour chaque pays. Lorsqu'une information n'est pas disponible, elle est remplacée par un tiret (-). Etant donné que la plupart des informations ne sont disponibles que pour un nombre limité d'années, l'information fiable la plus récente est présentée dans les tableaux et l'année à laquelle elle se réfère est indiquée.

Collecte, traitement et fiabilité des données

Les principales sources d'information étaient:

- les schémas directeur nationaux de développement des ressources en eau et d'irrigation;
- les annuaires, les statistiques et les rapports nationaux;
- les rapports de projets de la FAO ou autres;
- les enquêtes internationales;
- les résultats et les publications de centres de recherche nationaux et internationaux.

Au total, 50 variables ont été sélectionnées et sont présentées dans les tableaux qui se trouvent dans les monographies. Elles sont regroupées en catégories correspondant aux différentes sections des monographies. Une description détaillée de chaque variable est donnée ci-après.

Dans la plupart des cas, une analyse critique de l'information était requise pour assurer la cohérence d'ensemble de l'information recueillie pour un pays donné. Lorsque plusieurs sources donnaient des informations divergentes ou contradictoires, la préférence a été systématiquement donnée à l'information récoltée au niveau du pays ou de la province plutôt qu'au niveau régional ou global et, sauf dans le cas d'erreurs évidentes, les sources officielles ont été privilégiées. En ce qui concerne les ressources en eau partagées, la comparaison de l'information entre les pays a permis de vérifier et de compléter les informations concernant les débits des fleuves transfrontières et d'assurer la cohérence au niveau des bassins.

Copyrighted material

Malgré ces précautions, il reste que la précision, la fiabilité et la fréquence avec lesquelles l'information est recueillie varient considérablement en fonction de la région, du pays et de la catégorie d'information. Ces considérations sont discutées systématiquement en détail dans les monographies par pays.

Terminologies, conventions et définitions utilisées dans cette étude

Les définitions suivantes ont été utilisées pour les variables présentées dans les tableaux des monographies. Elles sont présentées ici dans l'ordre d'apparition dans les tableaux.

Superficie du pays: (ha) Superficie totale du pays, y compris les eaux intérieures. Les données de cette catégorie proviennent du Bureau statistique des Nations Unies.

Superficie cultivable: (ha) Superficie des terres convenant potentiellement à la mise en culture.

Superficie cultivée: (ha) Superficie des terres en culture temporaire (annuelle).

Population totale: (habitants) Estimations des Nations Unies pour 1994.

Accès à l'eau potable: (%) Pourcentage de la population rurale et urbaine ayant accès à une eau potable saine (critères définis localement).

Précipitations moyennes: (mm/an et km^3/an) Moyenne spatiale et temporelle de la précipitation annuelle dans le pays calculée par la FAO.

Ressources en eau renouvelables internes: (km^3/an) Flux moyen annuel des rivières et des eaux souterraines généré à partir des précipitations endogènes.

Ressources en eau renouvelables globales: (km^3/an) Somme des ressources en eau renouvelables internes et des flux générés hors du pays mais entrant dans le pays.

Indice de dépendance: (%) Pourcentage des ressources en eau renouvelables globales qui sont générées hors du pays.

Capacité totale des barrages: (km^3) Capacité totale cumulée des barrages.

Eau désalinisée: (10^6 m^3/an) Capacité totale des usines de désalinisation.

Prélèvements en eau: (10^6 m^3/an) Quantité d'eau prélevée des ressources pour un usage donné. Cela tient compte des pertes de transport, du volume utilisé et du volume restitué.

Prélèvements en eau pour l'agriculture: (10^6 m^3/an) Quantité d'eau prélevée annuellement pour des fins agricoles. Inclut l'irrigation et l'alimentation en eau pour les animaux.

Prélèvements en eau pour les collectivités: (10^6 m^3/an) Quantité d'eau prélevée annuellement par les collectivités. Est généralement obtenue par la somme des prélèvements des réseaux de distribution publics. Inclut généralement les prélèvements des industries connectées à ces réseaux.

Copyrighted material

Prélèvements en eau pour les industries: (10^6 m^3/an) Se réfère aux prélèvements effectués par les industries qui ne sont pas raccordées à un réseau de distribution public.

Prélèvements en eau totaux: (10^6 m^3/an) Quantité annuelle d'eau prélevée par les collectivités, les industries ou l'agriculture. Ne comprend pas les autres prélèvements (voir ci-après).

Autres prélèvements: (10^6 m^3/an) Comprend tous les autres secteurs: énergie, mines, loisirs, navigation, pêches, environnement. Ces secteurs sont caractérisés par des taux de consommation nette faibles ou nuls.

Production des eaux usées: (10^6 m^3/an) Quantité annuelle d'eaux usées produites dans le pays. Ne comprend pas les eaux de drainage agricole.

Traitement des eaux usées: (10^6 m^3/an) Quantité annuelle d'eaux usées traitées.

Réutilisation d'eaux usées traitées: (10^6 m^3/an) Quantité annuelle d'eaux usées traitées qui sont réutilisées.

Potentiel d'irrigation: (ha) Superficie des terres aptes à l'irrigation, en tenant compte de la disponibilité des ressources en eau. La superficie déjà irriguée est comprise dans le potentiel d'irrigation.

Irrigation en maîtrise totale/partielle: superficie équipée: (ha) Périmètres irrigués créés et gérés soit par le Gouvernement soit par des entreprises privées, soit par les agriculteurs, et bénéficiant d'une maîtrise totale ou partielle de l'eau. Les micro-périmètres maraîchers sont inclus dans cette catégorie.

Irrigation de surface: (ha) Part de la superficie en maîtrise totale/partielle de l'eau sur laquelle est pratiquée l'irrigation de surface: à la raie, par calant, par bassin, et inondation contrôlée du riz.

Irrigation par aspersion: (ha) Part de la superficie en maîtrise totale/partielle de l'eau qui est irriguée par aspersion.

Micro-irrigation: (ha) Part de la superficie en maîtrise totale/partielle de l'eau qui est irriguée par micro-irrigation.

Partie irriguée à partir des eaux souterraines: (%) Part de la superficie en maîtrise totale/partielle de l'eau qui est irriguée à partir des eaux souterraines (depuis les puits de surface jusqu'aux forages profonds).

Partie irriguée à partir des eaux de surface: (%) Part de la superficie équipée pour une maîtrise totale/partielle de l'eau qui est irriguée à partir des lacs et des rivières (réservoirs, pompages ou prises au fil de l'eau).

Partie de la superficie équipée réellement irriguée: (%) Part de la superficie en maîtrise totale/partielle de l'eau qui est réellement irriguée. On constate souvent que toute la superficie équipée n'est pas irriguée, et ce, pour des raisons diverses: manque d'eau, absence des agriculteurs, état des équipements, problèmes organisationnels, etc. Se réfère aux superficies

Copyrighted material

physiques. Une parcelle irriguée qui est cultivée deux fois par an est comptée ici une seule fois.

Superficie irriguée par épandage de crues: (ha) Superficie équipée pour l'irrigation par épandage de crues.

Marais et bas-fonds équipés: (ha) Part des bas-fonds et marais cultivés équipés pour l'irrigation avec des infrastructures hydrauliques (prises, canaux, etc.). Les mangroves aménagées sont comprises dans cette catégorie.

Autres marais et bas-fonds cultivés: (ha) Part des bas-fonds et marais qui n'ont pas été équipés avec des infrastructures de contrôle de l'eau mais qui sont cultivés.

Superficie en cultures de décrue: (ha) Superficies le long des cours d'eau où la décrue est utilisée pour l'agriculture.

Superficie totale avec contrôle de l'eau: (ha) Ensemble des superficies équipées pour une maîtrise totale/partielle de l'eau, des superficies irriguées par épandage de crues, des marais et bas-fonds équipés, des autres marais et bas-fonds cultivés et des superficies en cultures de décrue. Ne comprend pas les superficies ayant été équipées pour la conservation des eaux et des sols (CES).

Partie irriguée par pompage: (%) Part de la superficie avec contrôle de l'eau sur laquelle des pompes sont utilisées pour l'approvisionnement en eau. Ne comprend pas les superficies où l'eau est pompée avec des systèmes d'exhaure à énergie humaine ou animale.

Périmètres en maîtrise totale/partielle: (ha) Superficies des grands, moyens et petits périmètres, selon le critère de classification du pays.

Nombre total de ménages: Nombre total de ménages vivant directement des revenus dégagés sur les périmètres en maîtrise totale/partielle.

Production totale de céréales irriguées: (t) Quantité de céréales récoltées annuellement sur les superficies avec contrôle de l'eau.

Cultures irriguées: (ha) Superficie totale irriguée et récoltée pour chaque culture pour l'année donnée. Les parcelles sur lesquelles sont pratiquées plusieurs cultures par an sont comptabilisées plusieurs fois. Quand les données ne sont disponibles que pour les superficies équipées en maîtrise totale/partielle, cela est précisé entre parenthèses.

Superficie drainée: (ha) Superficie équipée de réseaux de drainage (enterrés ou à ciel ouvert). Les marais et bas-fonds cultivés dans lesquels une certaine forme de drainage est réalisée ne sont pas compris dans cette catégorie.

Superficie protégée contre les inondations: (ha) Superficie équipée de structures de protection contre les inondations.

Superficie salinisée par l'irrigation: (ha) Superficie totale des terres salinisées suite à la pratique de l'irrigation. Ne comprend pas les zones naturellement salées.

Copyrighted material

Notes

Malgré la description détaillée de chaque variable, certains problèmes persistent, qui sont dus principalement au fait que les méthodes employées pour le calcul des différentes variables varient de pays à pays et ne sont pas toujours clairement indiquées dans la littérature. Les problèmes les plus fréquemment recontrés au cours de l'enquête sont répertoriés ci-dessous.

Terres arables: la définition officielle de terres arables est: "terres affectées aux cultures temporaires, prairies temporaires à faucher ou à pâturer, jardins maraîchers ou potagers et terres en jachère temporaire". Cette définition tend à assimiler les terres arables aux superficies cultivées. Dans cette étude, le terme "superficies cultivées" a été préféré à "terres arables" et le terme "superficies cultivables" a été utilisé pour décrire les terres aptes à l'agriculture.

Superficies cultivables: certains pays incluent dans cette catégorie tout ou partie des forêts ou des pâturages.

Superficies cultivées: certains pays incluent les cultures pérennes dans cette catégorie. Dans l'étude, la définition de la FAO a été utilisée systématiquement. Il est fréquemment difficile de comprendre comment les doubles ou triples cultures et les cultures intercalaires sont prises en compte.

Prélèvements en eau pour l'agriculture: les méthodes de calcul des prélèvements en eau pour l'agriculture varient de pays à pays. Une analyse critique des résultats a été faite pour chaque pays en comparant les résultats avec une estimation des besoins en eau pour l'irrigation calculée à partir des superficies irriguées ou avec contrôle de l'eau et les résultats trop divergents ont été rejetés. Un commentaire concernant ce calcul est donné dans les profils par pays.

Prélèvements en eau pour les animaux: certains pays incluent ce terme dans les prélèvements pour les collectivités mais la plupart l'incluent dans les prélèvements pour l'agriculture.

Ressources en eau souterraines et de surface: une analyse critique des données a été nécessaire afin d'éviter le double compte des écoulements de base considéré à la fois comme des ressources en eaux souterraines et de surface.

Potentiel d'irrigation: les méthodes utilisées pour estimer le potentiel d'irrigation varient de pays à pays. Dans la plupart des cas, le potentiel est calculé à partir des ressources en terres et en eau mais certaines considérations d'ordre économique ou écologique peuvent également être prises en compte. Le calcul par pays ne prend pas toujours en compte le problème des ressources en eau partagées au sein des grands bassins couvrant plusieurs pays. Les mangroves, les marais, les bas-fonds et les plaines alluviales sont fréquemment, mais pas systématiquement, inclus dans le potentiel d'irrigation.

Typologie des superficies avec contrôle de l'eau: il est particulièrement difficile de proposer une typologie qui puisse refléter de manière satisfaisante la situation de l'irrigation dans tous les pays. Dans cette étude, cinq grandes catégories sont proposées (voir tableau 8). Dans certains cas, la distinction entre les cultures de décrue et les marais et bas-fonds cultivés n'était pas possible sans un certain degré d'arbitraire. Lorsque les statistiques ne permettent pas de faire la distinction entre les bas-fonds et les marais aménagés et ceux qui ne le sont pas, ils sont rassemblés dans la catégorie de marais et bas-fonds cultivés. Les superficies des marais et des bas-fonds équipés sont donc probablement sous-estimées.

Superficies irriguées: dans le texte, les superficies irriguées se réfèrent aux surfaces aménagées dans le but de fournir un apport d'eau aux cultures. Elles comprennent les superficies équipées pour l'irrigation en maîtrise totale ou partielle, les superficies irriguées par épandage des crues et les marais et bas-fonds aménagés. Elles ne comprennent pas les marais et bas-fonds cultivés non aménagés ni les cultures de décrue.

Drainage: les marais et les bas-fonds équipés possèdent souvent un réseau hydraulique combinant l'irrigation et le drainage. Ils sont regroupés systématiquement dans la catégorie des marais et bas-fonds équipés.

Copyrighted material

SYNTHESE

Les 53 pays d'Afrique ont été regroupés en sept régions présentant une cohérence climatique et géographique qui influe fortement sur la problématique de l'irrigation. Ces régions, présentées à la figure 1, sont le **Nord**, la **Région soudano-sahélienne**, le **golfe de Guinée**, le **Centre**, l'**Est**, les **îles de l'océan Indien** et le **Sud**[1]. Cette section présente brièvement les faits marquants qui se dégagent aux niveaux national et régional ainsi que les particularités et les tendances qui peuvent se dégager de l'information récoltée.

Ressources en eau

L'étude s'est concentrée principalement sur les ressources renouvelables. Elle distingue les ressources générées à partir des précipitations tombées sur le territoire du pays ou *ressources renouvelables internes*, par rapport aux *ressources renouvelables globales*, qui incluent également les transferts en provenance d'autres pays. Dans les deux cas, il s'agit du potentiel maximal de ressources en eau, sans tenir compte de considérations sur les possibilités réelles de mise en valeur des eaux telles que la régulation des débits ou les ressources souterraines extractables.

Le tableau 1 présente, pour chaque région, les données relatives aux ressources internes et compare ces résultats avec les volumes de précipitation. Le rapport entre ces deux grandeurs peut être assimilé, en première approximation, à un "coefficient de ruissellement" qui prendrait en compte également la part de recharge des aquifères non connectés aux réseaux de drainage. Ce coefficient varie de 6% dans les régions arides à 32% dans les régions humides du golfe de Guinée et 34% à Madagascar. Les données récoltées dans les pays montrent qu'il varie de moins de 2% dans les pays arides tels que la Libye, le Niger, ou le Botswana, jusqu'à des extrêmes de plus de 80% dans les zones les plus arrosées du Liberia et de la Sierra Leone. Bien qu'elles couvrent les superficies les plus importantes, les régions du Nord et soudano-sahélienne ne contribuent respectivement que pour 1,2% et 4,3% au total des ressources du continent. Le Sud montre également un coefficient de ruissellement très réduit (9%).

Prélèvements

Le tableau 2 montre la répartition des prélèvements en eau par région entre les trois grands secteurs consommateurs d'eau: l'agriculture, l'industrie et les collectivités (besoins domestiques). Les exigences de la navigation, de la pêche, des mines, de l'environnement et des loisirs, bien que pouvant mobiliser une part importance des écoulements, ont un taux de

---

[1] Ces régions sont constituées des pays suivants:
Nord: Algérie, Egypte, Libye, Maroc, Tunisie
Région soudano-sahélienne: Burkina Faso, Cap-Vert, Djibouti, Erythrée, Gambie, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Somalie, Soudan, Tchad
Golfe de Guinée: Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Nigéria, Sierra Leone, Togo
Centre: Angola, Cameroun, République centrafricaine, Congo, Gabon, Guinée Equatoriale, Sao Tomé-et-Principe, Zaïre
Est: Burundi, Ethiopie, Kenya, Ouganda, Rwanda, Tanzanie
Iles de l'océan Indien: Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles
Sud: Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, Swaziland, Zambie, Zimbabwe

Copyrighted material

TABLEAU 1
Distribution régionale des ressources en eau

Région	Superficie	Pluie	Ressources renouvelables internes			
	(1000 km²)	(km³/an)	(km³/an)	(mm/an)	% du total	% de la pluie
Nord	5 753	411	50	8,7	1,2	12,2
Région soudano-sahélienne	8 591	2 878	170	19,8	4,3	5,9
Golfe de Guinée	2 106	2 965	952	452,0	23,8	32,1
Centre	5 329	7 621	1 946	365,2	48,8	25,5
Est	2 916	2 364	259	88,8	6,5	11,0
Iles de l'océan Indien	591	1 005	340	575,3	8,5	33,8
Sud	4 739	2 967	274	57,8	6,9	9,2
Total	30 025	20 211	3 991	132,9	100,0	19,7

TABLEAU 2
Distribution régionale des prélèvements d'eau

Région	Prélèvements par secteur					
	Agriculture	Collectivités	Industries	Total	en % du total	en % des ressources internes
	$\times 10^6 m^3/an$	$\times 10^6 m^3/an$	$\times 10^6 m^3/an$	$\times 10^6 m^3/an$	%	%
Nord	65 000 (85%)	5 500 (7%)	5 800 (8%)	76 300 (100%)	50,9	152,6
Région soudano-sahélienne	22 600 (94%)	1 200 (5%)	300 (1%)	24 100 (100%)	16,1	14,2
Golfe de Guinée	3 800 (62%)	1 600 (26%)	700 (12%)	6 100 (100%)	4,1	0,6
Centre	600 (43%)	600 (43%)	200 (14%)	1 400 (100%)	0,9	0,1
Est	5 400 (83%)	900 (14%)	200 (3%)	6 500 (100%)	4,3	2,5
Iles de l'océan Indien	16 400 (99%)	200 (1%)	20 (-)	16 620 (100%)	11,1	4,9
Sud	14 100 (75%)	3 000 (16%)	1 800 (9%)	18 900 (100%)	12,6	6,9
Total	127 900 (85%)	13 000 (9%)	9 020 (6%)	149 920 (100%)	100,0	3,8

Copyrighted material

consommation nette très faible ou nul. D'autre part, tous les pays ne calculent pas systématiquement ces prélèvements, ce qui complique les analyses régionales. Pour ces raisons, ils ne sont pas inclus dans le calcul des prélèvements régionaux mais apparaissent dans les monographies par pays lorsque l'information est disponible.

A l'échelle du continent, environ 85% des utilisations recensées sont destinées à l'agriculture mais ce chiffre varie considérablement d'une région à l'autre. Ce sont les régions arides, où l'irrigation joue un rôle important, qui prélèvent le plus d'eau pour l'agriculture. Les pays du Nord, à eux seuls, représentent la moitié de la consommation agricole d'eau. A l'inverse, les régions bien pourvues en eau ont un taux d'utilisation agricole plus faible: 62% pour le golfe de Guinée et 43% pour le Centre, où il ne dépasse pas le taux d'utilisation par les collectivités.

La valeur du pourcentage des prélèvements en eau en fonction des ressources renouvelables internes est un indicateur de l'importance des transferts pour certains pays. La Libye, la Tunisie, le Maroc et l'Algérie ne bénéficient pratiquement pas d'apports transfrontaliers. Le taux d'utilisation des ressources en eau y est élevé, ce qui exige une stricte gestion de l'eau et entraîne une concurrence entre les secteurs d'utilisation. En Libye, l'utilisation de l'eau dépasse le volume des ressources renouvelables, la différence étant compensée par l'exploitation de ressources fossiles. L'Egypte et la Mauritanie prélèvent elles aussi plus d'eau qu'il n'en est produit sur leur territoire, mais elles bénéficient respectivement des apports du Nil et du Sénégal. Le Niger, la Somalie, l'Erythrée et le Tchad dans l'hémisphère nord, la Namibie et le Botswana dans l'hémisphère sud, ont des ressources en eau renouvelables internes faibles mais bénéficient également d'apports transfrontaliers relativement importants. Les prélèvements en eau y restent inférieurs aux ressources produites au niveau du pays, même si localement ils sont parfois faits à partir des apports venant d'autres pays.

Le Soudan, l'Afrique du Sud et le Swaziland présentent quant à eux des taux d'utilisation des ressources importants mais ils bénéficient de ressources renouvelables internes conséquentes ainsi que d'apports transfrontaliers non négligeables.

La réutilisation des eaux usées après traitement (Tunisie, Egypte, Maroc) et le dessalement de l'eau de mer (Cap-Vert, Egypte, Libye, Mauritanie, Afrique du Sud) sont également des indicateurs de ressources en eau limitées.

Potentiel d'irrigation

De par sa relation étroite avec les ressources en eaux, le potentiel d'irrigation est lui aussi inégalement réparti entre les différentes régions. On observe, d'ailleurs, que celui-ci est beaucoup moins bien connu et étudié dans les pays bénéficiant de ressources en eau abondantes que dans les pays plus arides. Il faut noter également que, en raison de la non concordance entre les régions géographiques et les bassins hydrographiques, les transferts d'eaux des zones à climat humide vers des zones plus arides permettent à ces dernières de bénéficier d'un potentiel d'irrigation nettement plus élevé que ne leur permettraient leurs propres ressources en eaux. C'est le cas des zones traversées par les fleuves internationaux tels que le Sénégal, le Niger et le Chari en Afrique de l'Ouest, le Nil et les fleuves Shebele et Juba en Afrique de l'Est, le Limpopo, l'Orange et le Zambèze en Afrique australe pour n'en citer que quelques-uns.

Copyrighted material

TABLEAU 3
Distribution régionale des méthodes de contrôle de l'eau

Région	Irrigation				Autres marais et bas-fonds cultivés	Cultures de décrue	Total		
	Maîtrise totale/ partielle	Epandage de crues	Marais et bas-fonds équipés	Total irrigation					
	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	en % du total	en % de la sup. cultivée
Nord	5 610 (95%)	305 (5%)	- (-)	5 915 (100%)	- (-)	- (-)	5 915 (100%)	41,5	24,8
Région soudano-sahélienne	2 263 (79%)	212 (7%)	9 (-)	2 484 (86%)	97 (4%)	296 (10%)	2 877 (100%)	20,2	12,1
Golfe de Guinée	307 (22%)	- (-)	163 (11%)	470 (33%)	193 (14%)	730 (53%)	1 393 (100%)	9,8	4,0
Centre	119 (25%)	- (-)	2 (-)	121 (25%)	352 (74%)	3 (1%)	476 (100%)	3,3	3,9
Est	428 (65%)	- (-)	6 (1%)	434 (66%)	222 (34%)	- (-)	656 (100%)	4,6	2,9
Iles de l'océan Indien	1 105 (100%)	- (-)	- (-)	1 105 (100%)	- (-)	- (-)	1 105 (100%)	7,7	40,3
Sud	1 645 (90%)	- (-)	- (-)	1 645 (90%)	182 (10%)	9 (-)	1 836 (100%)	12,9	8,1
Total	11 477 (81%)	517 (4%)	180 (1%)	12 174 (86%)	1 046 (7%)	1 038 (7%)	14 258 (100%)	100,0	9,9

L'existence des fleuves interrégionaux et les transferts d'eau qu'ils impliquent compliquent le calcul du potentiel d'irrigation sur une base régionale. De même, le calcul par pays du potentiel d'irrigation, tel qu'il est donné dans le tableau 5, peut entraîner une double prise en compte d'une partie des ressources en eau partagées que seule une approche par bassin permettrait d'éviter. Il faut également noter que les méthodes d'estimation du potentiel varient d'un pays à l'autre et que le choix de la méthode affecte particulièrement les résultats en zones humides. Ainsi, pour le Zaïre, les estimations que l'on a pu trouver oscillent entre 1 et 40 millions d'hectares. Le potentiel du Congo, estimé à 40 000 ha dans la littérature, représente certainement une petite partie de son potentiel physique.

Malgré un degré d'incertitude élevé quant au potentiel des grands pays humides (Zaïre, Angola), on constate que sept pays (Angola, Soudan, Egypte, Zaïre, Ethiopie, Mozambique et Nigéria) concentrent à eux seuls presque 60% du potentiel d'irrigation de l'Afrique. A l'autre extrémité de la liste, 18 pays ne se partagent que 5% de ce potentiel.

Superficies avec contrôle de l'eau

La diversité des méthodes d'irrigation utilisées en Afrique a nécessité le choix d'une typologie adaptée permettant de décrire au mieux la situation de chaque pays. L'ensemble des terres

Copyrighted material

sur lesquelles l'eau est mise à profit pour la production agricole sont décrites dans le texte sous l'appellation de *superficies avec contrôle de l'eau*. On a réservé le terme de *superficies irriguées* aux terres équipées d'ouvrages hydrauliques: périmètres en maîtrise totale ou partielle, marais ou bas-fonds équipés et épandage de crues (voir tableau 3). La différence entre les deux catégories est donc constituée des marais et des bas-fonds cultivés non équipés et des superficies en cultures de décrue.

Les superficies avec contrôle de l'eau s'élèvent à 14,3 millions d'hectares pour le continent. On observe une distribution géographique très inégale des superficies avec contrôle de l'eau, le Nord représentant plus de 40% du total. La part des superficies avec contrôle de l'eau dans l'agriculture nationale varie de moins de 1% des terres cultivées (Zaïre, Ouganda, Ghana, Togo, Comores) à 100% dans les pays les plus arides (Egypte et Djibouti où l'agriculture n'est pas possible sans irrigation). Cette distribution des terres avec contrôle de l'eau met bien en évidence la relation entre le climat et le rôle que joue l'irrigation dans l'agriculture. En Afrique équatoriale, là où les précipitations sont les plus importantes, l'agriculture pluviale est dominante. L'irrigation y est pratiquée pour mener à bien les cultures de contre-saison, pour la riziculture, pour sécuriser des spéculations exigeantes en eau, ou sous forme de culture de marais et de bas-fonds. A Madagascar, l'irrigation du riz sur les plateaux est très développée, ce qui explique le fort pourcentage de la superficie avec contrôle de l'eau en fonction de la superficie cultivée, bien que la pluviométrie soit importante dans ce pays.

Au niveau national, la distribution des superficies avec contrôle de l'eau est très inégale. Cinq pays (l'Egypte, le Soudan, l'Afrique du Sud, le Maroc et Madagascar), qui couvrent 19% de la superficie totale de l'Afrique, ont à eux seuls plus de 60% des terres avec contrôle de l'eau. Ce chiffre monte à 80% si on y ajoute le Nigéria, l'Algérie, la Libye, l'Angola et la Tunisie. A l'inverse, 28 pays, qui couvrent 30% de la superficie totale de l'Afrique, se partagent à peine 5% des terres avec contrôle de l'eau.

Parmi les cinq classes de contrôle de l'eau présentées au tableau 3, on constate que l'irrigation en maîtrise partielle ou totale représente la majeure partie de ces superficies (81%). Parmi les autres classes de contrôle de l'eau, les marais et bas-fonds cultivés et les cultures de décrue sont majoritaires (15% du total). Mise à part l'irrigation en maîtrise totale ou partielle, présente dans pratiquement tous les pays, les autres catégories sont concentrées dans un nombre restreint de pays. Les cultures de décrue sont pratiquées essentiellement en bordure du Niger et du Sénégal et de leurs affluents, ou encore aux abords du Logone, du Chari, du Zaïre, du Molopo et de l'Okavango. Les *fadamas* du nord-ouest du Nigéria, classés ici globalement parmi les cultures de décrue par manque d'information détaillée sur leur degré d'équipement, représentent 70% de cette catégorie. L'irrigation par épandage de crues n'est, quant à elle, présente que dans les pays du Maghreb et la corne de l'Afrique.

En ce qui concerne les techniques d'irrigation utilisées dans les périmètres en maîtrise totale ou partielle, le tableau 9 démontre tout d'abord la suprématie de l'irrigation de surface sur les autres techniques (près de 80% des superficies). On recense cependant plus d'un million d'hectares de superficies équipées en aspersion, la plus grande partie étant concentrée dans les pays du Nord (Libye, Egypte, Maroc, Tunisie) ainsi qu'au Zimbabwe et en Afrique du Sud et, dans une moindre mesure, au Kenya et en Zambie. En termes relatifs, l'aspersion représente la technique la plus répandue, principalement dans les pays d'Afrique australe tels que le Botswana, le Zimbabwe et l'Afrique du Sud qui bénéficient d'une tradition dans ce domaine. Enfin, c'est en Egypte et en Afrique du Sud que l'on trouve concentrées les plus importantes superficies équipées en micro-irrigation.

Copyrighted material

Cultures irriguées

Alors que les données dont il était question dans les sections précédentes se rapportent aux superficies physiques, les cultures irriguées sont exprimées en termes de superficies cultivées. La même parcelle peut donc être comptabilisée plusieurs fois si l'on y pratique plusieurs cultures dans l'année.

Les données très incomplètes ne permettent pas d'établir des tableaux statistiques par pays présentant les superficies couvertes par chacune des grandes cultures avec contrôle de l'eau en Afrique. Cependant, en additionnant l'ensemble des données chiffrées disponibles, on obtient une information concernant environ 10,5 millions d'hectares. Ce chiffre correspond à 75% des superficies physiques avec contrôle de l'eau et peut donc être considéré comme représentatif de la situation des cultures avec contrôle de l'eau au niveau de l'Afrique et de ses grandes régions. Les données sont présentées synthétiquement au tableau 4, dans lequel les spéculations ont été regroupées en six grandes classes.

TABLEAU 4
Principales cultures irriguées (données partielles)

Région	Riz	Autres céréales	Maraîchage	Fourrages	Cultures industrielles	Arboriculture	Total
	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha	1000 ha
Nord	538 (11%)	2 221 (45%)	423 (9%)	1 207 24%)	80 (2%)	459 (9%)	4 928 (100%)
Région soudano-sahélienne	384 (22%)	839 (48%)	61 (3%)	4 (-)	471 (27%)	1 (-)	1 760 (100%)
Golfe de Guinée	993 (80%)	52 (4%)	168 (14%)	- (-)	21 (2%)	6 (-)	1 240 (100%)
Centre	21 (29%)	- (-)	4 (6%)	- (-)	42 (59%)	4 (6%)	71 (100%)
Est	173 (38%)	80 (18%)	158 (35%)	- (-)	33 (7)	8 (2%)	452 (100%)
Iles de l'ocean Indien	880 (97%)	- (-)	- (-)	- (-)	31 (3)	- (-)	911 (100%)
Sud	147 (13%)	358 (32%)	42 (4%)	353 (31%)	198 (17%)	32 (3%)	1 130 (100%)
Total	3 136 (30%)	3 550 (34%)	856 (8%)	1 564 (15%)	876 (8%)	510 (5%)	10 492 (100%)

La culture la plus répandue est le riz, qui représente à lui seul près d'un tiers des spéculations. On observe cependant une grande disparité entre les régions. Cultivé principalement dans les marais et bas-fonds, le riz est majoritaire dans les zones humides du golfe de Guinée et de l'Est. Il est également très développé sur les plateaux de Madagascar. Dans les régions du Nord et du Sud, il ne représente qu'une proportion relativement faible des cultures. Parmi les autres céréales, le blé et le maïs sont cultivés et irrigués surtout dans

Copyrighted material

les pays du Nord (Egypte, Maroc) et du Sud (Afrique du Sud) ainsi qu'au Soudan et en Somalie. Le sorgho est cultivé principalement dans la zone soudano-sahélienne, notamment en cultures de décrue.

Le maraîchage (auquel ont été ajoutées les tubercules) est présent dans toutes les régions et dans pratiquement tous les pays. Il représente environ 8% des superficies cultivées avec contrôle de l'eau en Afrique. Il est même recensé comme étant la spéculation avec contrôle de l'eau la plus répandue en Algérie, en Mauritanie, au Kenya, au Burundi et au Rwanda. L'arboriculture, qui représente 5% du total, est concentrée presque uniquement dans les pays du Nord. Il s'agit principalement d'agrumes. Les cultures industrielles irriguées sont quant à elles présentes surtout au Soudan et dans les pays du Sud (coton et oléagineux principalement). Outre ces deux cultures, on trouve également dans cette catégorie la canne à sucre, le café, le cacao, le palmier, les bananes, le tabac et les fleurs. A part la canne à sucre, présente indistinctement dans toutes les régions, sauf dans le Nord, les autres cultures sont généralement concentrées dans un nombre restreint de pays. Enfin, la catégorie de plantes fourragères et des pâturages irrigués, bien que ne concernant qu'un nombre très restreint de pays (concentrés dans les régions du Nord et du Sud), représente une part importante des superficies avec contrôle de l'eau (15%). Le trèfle d'Alexandrie, cultivé presque exclusivement en Egypte, représente la première spéculation de ce pays en termes de superficie (1 million d'hectares). Les autres cultures fourragères et pâturages irrigués se trouvent principalement au Maroc et en Afrique du Sud, ce dernier pays possédant la plupart des pâturages irrigués (220 000 ha).

Taux d'utilisation des superficies équipées

L'un des indicateurs les plus couramment employés pour évaluer le taux d'intensification de l'utilisation des terres irriguées est l'intensité culturale, ou rapport entre les superficies cultivées en irrigué (incluant les doubles et triples cultures) et les superficies équipées pour l'irrigation. Cependant, à l'échelle nationale, ce coefficient n'est presque jamais disponible ou est trop peu fiable. Un autre indicateur possible est le taux d'utilisation des périmètres équipés, c'est-à-dire la part des superficies équipées réellement utilisées pour l'irrigation au moins une fois dans l'année. Ce taux peut varier sensiblement avec les années, notamment lorsque ces périmètres présentent des problèmes d'approvisionnement en eau. Le tableau 9 indique le taux moyen d'utilisation des superficies équipées en maîtrise totale ou partielle des 30 pays pour lesquels les données étaient disponibles. L'analyse régionale ne permet pas de dégager des tendances dans la variation de ce taux. Il semble que celui-ci soit plus lié aux conditions socio-économiques spécifiques de ces pays qu'à des critères liés à la position géographique et au climat.

Ainsi, huit pays sur trente ont un taux d'utilisation de 100% et plus de la moitié des pays sont au-dessus de 80%. A l'inverse, des pays comme le Lesotho, le Bénin, l'Angola, le Mozambique et l'Erythrée montrent des taux d'utilisation très bas, inférieurs à 50%. Les raisons très diverses qui expliquent cette situation sont détaillées dans les monographies par pays. Les superficies équipées des 30 pays représentent 8,3 millions d'hectares. Environ 1,5 million d'hectares, soit 18% de la superficie, ne sont pas irrigués.

Environnement et santé

L'Afrique, comme les autres régions en développement, souffre de sérieux problèmes relatifs à l'impact de l'irrigation sur la santé et l'environnement. Malheureusement, très peu d'information quantitative est disponible à ce sujet pour les pays africains. La salinisation des

Copyrighted material

terres irriguées est une réalité pour certains périmètres irrigués, notamment en Egypte, en Namibie, au Maroc, en Ethiopie ou au Sénégal. Bien que la pollution de l'eau par l'agriculture ne soit pas très importante en Afrique étant donné le niveau relativement faible d'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires, des problèmes de ce type sont toutefois enregistrés en Afrique du Nord.

Les problèmes de santé liés au développement de l'irrigation et les maladies transmises par des vecteurs en irrigation, telles la schistosomiase et la malaria, sont par contre des fléaux de première importance en Afrique. Environ 90 à 95 pourcent des décès dus à la malaria dans le monde sont concentrés en Afrique. Les données spécifiques relatives aux pays et liant la pratique de l'irrigation à la santé sont, une fois de plus, très souvent inexistantes ou incomplètes. Dans les cas où des statistiques fiables ont été trouvées, elles ont été rapportées dans les monographies.

Copyrighted material

SUMMARY TABLES

Explanatory notes

TABLE 5

Population: For Rwanda, figure is for 1993.

Cultivated area: For Central African Republic, South Africa and Zimbabwe, as the figure for total cultivated area was not available, the figure of arable land has been used (see FAO Agrostat for definition).

Irrigation potential: Figures on irrigation potential cannot be totalled due to possible double counting of shared water resources.

TABLE 7

Egypt: The total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 53.1 km^3 per year, which is equal to 2 950% of the internal renewable water resources (1.8 km^3). Most of the water is withdrawn from the Nile, being part of the global renewable water resource.

Eritrea and Ethiopia: Figures reflect the situation as in 1987.

Libya: The total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 4.6 km^3 per year, which is equal to 766% of the total renewable water resources, explained by the fact that part of water is withdrawn from non-renewable fossil groundwater resources.

Mauritania: Total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 1.63 km^3 per year, which is equal to 408% of the internal renewable water resources (0.4 km^3). Most of the water is withdrawn from the Senegal river, being part of the global renewable water resource.

TABLE 8

Djibouti: The total water managed area is 166% of the total cultivated area. No cultivation is possible without irrigation, but not all equipped area is actually irrigated.

Egypt: All agriculture is irrigated.

Rwanda: The irrigation potential area is equal to the total water managed area. This is due to the fact that the irrigation potential concerns the wetlands and inland valley bottoms, which are part of the total water managed area, and all cultivated.

São Tome and Principe: The total water managed area is 284% of the cultivated area, due to the fact that the cacao is irrigated, which is a perennal crop, while cultivated area refers only to annual crops.

TABLEAUX RECAPITULATIFS

Notes explicatives

TABLEAU 5

Population: La population pour le Rwanda est celle de 1993.

Superficie cultivée: Pour la République centrafricaine, l'Afrique du Sud et le Zimbabwe, les chiffres pour la superficie cultivée n'étant pas disponibles, les chiffres des terres arables (définition FAO Agrostat) ont été utilisés.

Potentiel d'irrigation: Le calcul par pays du potentiel d'irrigation ne tient pas systématiquement compte du problème des ressources en eaux partagées. Les valeurs par pays ne peuvent donc pas être additionnées.

TABLEAU 7

Egypte: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 53,1 km^3 par an, ce qui correspond à 2 950% des ressources en eau renouvelables internes (1,8 km^3). La plupart des prélèvements sont effectués à partir du Nil, qui constitue une ressource en eau renouvelable mais globale et pas interne.

Erythrée et Ethiopie: Les chiffres reflètent la situation de 1987.

Libye: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 4,6 km^3 par an, ce qui correspond à 766% des ressources en eau renouvelables internes. Cela s'explique par le fait qu'une quantité importante d'eau est prélevée à partir de ressources en eau souterraine non renouvelables.

Mauritanie: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 1,63 km^3 par an, ce qui correspond à 408% des ressources en eau renouvelables internes (0,4 km^3). La plupart des prélèvements sont effectués à partir du fleuve Sénégal, qui constitue une ressource en eau renouvelable mais globale et pas interne.

TABLEAU 8

Djibouti: La superficie totale avec contrôle de l'eau correspond à 166% de la superficie totale cultivée. Il n'y a pas de cultures sans irrigation, mais toute la superficie équipée n'est pas réellement irriguée.

Egypte: Toute l'agriculture est irriguée.

Rwanda: La superficie irrigable est égale à la superficie totale avec contrôle de l'eau. Cela s'explique par le fait que le potentiel d'irrigation inclut les bas-fonds et les marais, qui sont l'un des éléments de la superficie totale avec contrôle de l'eau, et qui sont tous cultivés.

Sao Tomé-et-Principe: La superficie totale avec contrôle de l'eau correspond à 284% de la superficie cultivée. Cela s'explique par le fait que le cacao, qui est une culture pérenne, et dont la superficie cultivée à ce titre n'entre pas dans le total des superficies cultivées, représente une large part de l'agriculture irriguée.

Copyrighted material

TABLE 5
Population, land use and irrigation potential
TABLEAU 5
Population, utilisation des terres et potentiel d'irrigation

COUNTRY	POPULATION 1994	AREA Total	AREA Cultivable	AREA Cultivated	IRRIGATION POTENTIAL	IRRIGATION POTENTIAL in % of cultivable area
PAYS	POPULATION 1994	SUPERFICIE Totale	SUPERFICIE Cultivable	SUPERFICIE Cultivée	POTENTIEL D'IRRIGATION	en % de la sup. cultivable
	hab./habitants	ha	ha	ha	ha	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=100x(5)/(3)
ALGERIE	27 325 000	238 174 000	-	7 500 000	730 000	-
ANGOLA	10 674 000	124 670 000	-	2 900 000	6 700 000	-
BENIN	5 246 000	11 262 000	7 050 000	907 800	300 000	4.26
BOTSWANA	1 443 000	58 173 000	6 200 000	324 200	20 216	0.33
BURKINA FASO	10 046 000	27 400 000	9 000 000	3 688 000	164 460	1.83
BURUNDI	6 209 000	2 783 400	1 400 000	800 000	185 000	13.21
CAMEROUN	12 871 000	47 544 000	-	1 200 000	240 000	-
CAP-VERT	381 000	403 000	-	37 000	2 987	-
COMORES	446 817	186 100	-	78 100	303	-
CONGO	2 516 000	34 200 000	-	130 075	40 000	-
COTE D'IVOIRE	13 780 000	32 246 200	17 000 000	6 000 000	475 000	2.79
DJIBOUTI	566 000	2 320 000	6 000	407	-	-
EGYPT	61 636 000	100 145 000	-	3 246 000	4 434 000	-
EQUAT. GUINEA	389 000	2 805 000	-	230 000	-	-
ERITREA	3 437 000	12 189 000	1 650 000	439 000	-	-
ETHIOPIA	53 435 000	110 001 000	13 200 000	6 000 000	3 637 000	27.55
GABON	1 283 000	26 767 000	20 000 000	100 000	440 000	2.20
GAMBIA	1 081 000	1 130 000	430 000	195 543	80 000	18.60
GHANA	16 944 000	23 854 000	10 000 000	1 140 000	1 900 000	19.00
GUINEE	6 501 000	24 585 700	6 000 000	1 600 000	520 000	8.67
GUINEE-BISSAU	1 050 000	3 612 000	622 000	153 004	281 290	45.22
KENYA	27 343 000	58 037 000	9 936 000	3 738 105	352 400	3.55
LESOTHO	1 996 000	3 035 000	-	209 293	12 500	-
LIBERIA	2 941 000	9 775 000		538 000	600 000	-
LIBYA	5 225 000	175 954 000	2 170 000	1 933 648	750 000	34.56
MADAGASCAR	14 303 000	58 704 000	8 000 000	2 580 000	1 500 000	18.75
MALAWI	10 843 000	11 848 000	3 600 000	2 105 500	161 900	4.50
MALI	10 462 000	124 019 000	43 700 000	2 600 000	560 000	1.28
MAROC	26 488 000	44 650 000	8 000 000	7 212 000	1 653 000	20.66
MAURITANIE	2 217 000	102 552 000	20 129 689	199 000	221 000	1.10
MAURITIUS	1 104 000	204 000	-	85 400	-	-
MOZAMBIQUE	15 527 000	80 159 000	36 000 000	3 600 000	3 300 000	9.17
NAMIBIA	1 500 000	82 490 000	25 000 000	205 150	45 000	0.18
NIGER	8 846 000	126 700 000	15 000 000	3 800 000	270 000	1.80
NIGERIA	108 467 000	92 377 000	61 000 000	22 600 000	3 137 000	5.14
REP. CENTRAFRIC.	3 235 000	62 298 000	-	1 930 000	1 900 000	-
RWANDA	7 554 000	2 634 000	1 385 000	825 000	160 000	11.55
SAO TOME & P.	130 000	96 000	43 000	3 420	-	-
SENEGAL	8 102 000	19 672 000	3 782 000	2 300 000	400 000	10.58
SEYCHELLES	73 000	45 500	1 400	400	-	-
SIERRA LEONE	4 402 000	7 174 000	5 360 000	600 000	807 000	15.06
SOMALIA	9 077 000	63 766 000	8 150 000	980 000	240 000	2.94
SOUTH AFRICA	40 555 000	122 104 000	18 320 000	12 356 000	1 500 000	8.19
SUDAN	27 361 000	250 581 000	105 000 000	7 600 000	4 842 600	4.61
SWAZILAND	832 000	1 736 400	-	191 500	90 000	-
TANZANIA	28 846 000	94 509 000	40 000 000	6 300 000	828 000	2.07
TCHAD	6 183 000	128 400 000	-	1 987 515	935 000	-
TOGO	4 010 000	5 678 500	3 407 000	1 431 000	180 000	5.28
TUNISIE	8 733 000	16 361 000	8 700 000	3 961 000	563 000	6.47
UGANDA	20 621 000	23 588 000	16 759 600	5 027 880	202 000	1.21
ZAIRE	42 552 000	234 486 000	80 000 000	6 000 000	4 000 000	5.00
ZAMBIA	9 196 000	75 261 000	16 350 000	1 029 570	520 000	3.18
ZIMBABWE	11 002 000	39 076 000	-	2 750 000	331 000	-
AFRICA / AFRIQUE	**706 985 817**	**3 002 420 800**	**632 351 689**	**143 348 510**		

Copyrighted material

TABLE 6
Water resources
TABLEAU 6
Ressources en eau

COUNTRY	ANNUAL AVERAGE PRECIPITATION		ANNUAL RENEWABLE WATER RESOURCES			DEPENDENCY RATIO
			INTERNAL		GLOBAL	
			per capita			
PAYS	PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES		RESSOURCES EN EAU RENOUVELABLES ANNUELLES			INDICE DE DEPENDANCE
			INTERNES		GLOBALES	
			per habitant			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=100x(2)-(3)/(5)
Unit / Unité	mm	km3	km3	m3/pers	km3	%
ALGERIE	68	162.9	13.9	509	14.3	2.8
ANGOLA	1 052	1 311.2	184.0	17 200	184.0	0.0
BENIN	1 111	125.1	10.3	1 963	25.8	60.1
BOTSWANA	401	233.2	2.9	2 010	14.7	80.3
BURKINA FASO	844	231.4	17.5	1 742	17.5	0.0
BURUNDI	1 139	31.7	3.6	579	3.6	0.0
CAMEROUN	1 595	758.0	268.0	20 822	268.0	0.0
CAP-VERT	228	0.9	0.3	787	0.3	0.0
COMORES	900	1.7	1.0	2 283	1.0	0.0
CONGO	1 612	551.4	222.0	88 196	832.0	73.3
COTE D'IVOIRE	1 377	444.1	76.7	5 566	77.7	1.3
DJIBOUTI	147	3.4	0.3	530	2.3	87.0
EGYPT	18	18.1	1.8	29	68.5	97.5
EQUAT. GUINEA	2 077	58.3	30.0	77 121	30.0	0.0
ERITREA	329	40.1	2.8	815	8.8	68.2
ETHIOPIA	744	818.8	110.0	2 059	110.0	0.0
GABON	1 803	482.7	164.0	127 825	164.0	0.0
GAMBIA	961	10.9	3.0	2 775	8.0	62.5
GHANA	1 264	301.7	30.3	1 788	53.2	43.0
GUINEE	1 835	451.2	226.0	34 764	226.0	0.0
GUINEE-BISSAU	1 705	61.6	16.0	15 238	27.0	40.7
KENYA	572	331.8	20.2	739	30.2	33.1
LESOTHO	760	23.1	5.2	2 605	5.2	0.0
LIBERIA	2 372	231.9	200.0	68 004	232.0	13.8
LIBYA	26	46.1	0.6	115	0.6	0.0
MADAGASCAR	1 700	998.0	337.0	23 561	337.0	0.0
MALAWI	1 014	120.1	17.5	1 614	18.7	6.1
MALI	334	414.8	60.0	5 735	100.0	40.0
MAROC	336	150.0	30.0	1 133	30.0	0.0
MAURITANIE	99	101.9	0.4	180	11.4	96.5
MAURITIUS	2 180	4.4	2.2	1 993	2.2	0.0
MOZAMBIQUE	969	776.7	100.0	6 440	216.0	53.7
NAMIBIA	284	233.9	6.2	4 133	45.5	86.4
NIGER	180	227.7	3.5	396	32.5	89.2
NIGERIA	1 177	1 087.3	221.0	2 037	280.0	21.1
REP CENTRAFRIC.	1 380	859.7	141.0	43 586	141.0	0.0
RWANDA	1 111	29.3	6.3	833	6.3	0.0
SAO TOME & P.	3 200	3.1	2.2	16 770	2.2	0.0
SENEGAL	742	146.0	26.4	3 258	39.4	33.0
SEYCHELLES	1 742	0.8	-	-	-	0.0
SIERRA LEONE	2 691	193.0	160.0	36 347	160.0	0.0
SOMALIA	253	161.3	6.0	661	13.5	55.6
SOUTH AFRICA	451	550.5	44.8	1 104	50.0	10.4
SUDAN	436	1 092.6	35.0	1 279	154.0	77.3
SWAZILAND	778	13.5	2.6	3 125	4.5	42.2
TANZANIA	937	885.5	80.0	2 773	89.0	10.1
TCHAD	348	446.5	15.0	2 426	43.0	65.1
TOGO	1 214	68.9	11.5	2 868	12.0	4.2
TUNISIE	207	34.0	3.5	401	3.9	10.3
UGANDA	1 133	267.3	39.0	1 891	66.0	40.9
ZAIRE	1 534	3 596.6	935.0	21 973	1019.0	8.2
ZAMBIA	1 011	760.7	80.2	8 721	116.0	30.9
ZIMBABWE	652	254.9	14.1	1 282	20.0	29.5
AFRICA / AFRIQUE	673.1	20 210.3	3 990.8	5 645		

Copyrighted material

TABLE 7
Annual water withdrawal
TABLEAU 7
Prélèvements annuels en eau

COUNTRY	YEAR	ANNUAL WATER WITHDRAWAL					
		Agricultural	Domestic	Industrial	Total	in % of internal renewable water resources	per inhabitant
PAYS	ANNEE	PRELEVEMENTS EN EAU ANNUELS					
		Agriculture	Collectivités	Industries	Total	en % des ressourc. renouv internes	par habitant
		(1)	(2)	(3)	(4=(1)+(2)+(3))	(5)	(6)
Unit / Unité		million m3	million m3	million m3	million m3	%	m3/pers
ALGERIE	1990	2 700.0	1 120.0	680.0	4 500.0	32.37	180
ANGOLA	1987	365.0	67.0	48.0	480.0	0.26	57
BENIN	1994	97.0	33.0	15.0	145.0	1.41	28
BOTSWANA	1992	54.0	36.0	23.0	113.0	3.90	85
BURKINA FASO	1992	303.0	73.0	0.0	376.0	2.15	40
BURUNDI	1987	64.0	36.0	0.0	100.0	2.78	20
CAMEROUN	1987	140.0	184.0	76.0	400.0	0.15	31
CAP-VERT	1990	22.6	2.7	0.5	25.8	8.60	70
COMORES	-	-	-	-	-	-	-
CONGO	1987	4.4	24.8	10.8	40.0	0.02	20
COTE D'IVOIRE	1987	475.0	156.0	78.0	709.0	0.92	64
DJIBOUTI	1973	5.1	2.8	2.1	10.0	3.33	47
EGYPT	1993	45 400.0	3 100.0	4 600.0	53 100.0	2 950.00	880
EQUAT. GUINEA	1987	0.6	8.1	1.3	10.0	0.03	31
ERITREA + ETHIOPIA	1987	1 892.0	239.8	68.2	2 200.0	1.95	51
GABON	1987	3.6	43.2	13.2	60.0	0.04	57
GAMBIA	1982	18.2	1.4	0.4	20.0	0.67	29
GHANA	1970	156.0	105.0	39.0	300.0	0.99	35
GUINEE	1987	644.0	74.0	22.0	740.0	0.33	139
GUINEE-BISSAU	1991	6.0	10.0	0.6	16.6	0.10	17
KENYA	1990	1 566.2	403.3	80.0	2 049.5	10.14	87
LESOTHO	1987	28.0	11.0	11.0	50.0	0.96	31
LIBERIA	1987	78.0	35.1	16.9	130.0	0.06	55
LIBYA	1994	4 000.0	500.0	100.0	4 600.0	766.00	880
MADAGASCAR	1984	16 137.0	163.0	-	16 300.0	4.84	1 638
MALAWI	1994	809.0	95.0	32.0	936.0	5.35	86
MALI	1987	1 319.0	27.0	14.0	1 360.0	2.27	161
MAROC	1991	10 180.0	543.0	322.0	11 045.0	36.82	436
MAURITANIE	1985	1 499.6	101.1	29.3	1 630.0	407.50	923
MAURITIUS	1974	276.8	58.4	24.8	360.0	16.36	409
MOZAMBIQUE	1992	540.0	53.0	12.0	605.0	0.60	39
NAMIBIA	1991	170.0	71.0	8.0	249.0	4.02	171
NIGER	1988	410.0	80.0	10.0	500.0	14.29	69
NIGERIA	1987	1 960.0	1 125.0	545.0	3 630.0	1.64	37
REP. CENTRAFRIC	1987	51.8	14.7	3.5	70.0	0.05	26
RWANDA	1993	720.0	36.0	12.0	768.0	10.24	102
SAO TOME & P	-	-	-	-	-	-	-
SENEGAL	1987	1 251.0	68.0	41.0	1 360.0	5.15	201
SEYCHELLES	-	-	-	-	-	-	-
SIERRA LEONE	1987	329.3	25.9	14.8	370.0	0.23	96
SOMALIA	1987	785.7	24.3	0.0	810.0	13.50	99
SOUTH AFRICA	1990	9 580.0	2 281.0	1 448.0	13 309.0	29.71	561
SUDAN	1995	16 800.0	800.0	200.0	17 800.0	50.86	651
SWAZILAND	1980	629.8	10.5	15.7	656.0	25.23	1 161
TANZANIA	1994	1 040.0	101.0	24.0	1 165.0	1.46	40
TCHAD	1987	147.6	28.8	3.6	180.0	1.20	34
TOGO	1987	23.0	56.0	12.0	91.0	0.79	28
TUNISIE	1990	2 727.5	261.4	86.1	3 075.0	87.86	382
UGANDA	1970	120.0	64.0	16.0	200.0	0.51	20
ZAIRE	1990	82.8	216.4	57.8	357.0	0.04	9
ZAMBIA	1994	1 318.0	270.0	118.0	1 706.0	2.13	186
ZIMBABWE	1987	963.8	170.8	85.4	1 220.0	8.65	135
AFRICA / AFRIQUE		**127 894.4**	**13 011.5**	**9 021.0**	**149 926.9**	**3.76**	**212**

Copyrighted material

TABLE 8
Types of water control
TABLEAU 8
Types de maîtrise de l'eau

COUNTRY (Unit : ha)	YEAR	FULL/PART CONTROL IRRIGATION	SPATE IRRIGATION	EQUIPPED WETLAND & I.V.B	OTHER CULT. WETLAND & I.V.B	FLOOD RECESSION CROPPING	TOTAL WATER-MANAGED	% OF CULTIVATED AREA
PAYS (Unité : ha)	ANNEE	MAITRISE TOTALE & PARTIELLE	EPANDAGE DE CRUES	MARAIS & BAS-FONDS EQUIPES	AUT. MARAIS & BAS-FONDS CULTIVES	CULTURES DE DECRUE	TOTAL CONTROLE DE L'EAU	% DE LA SUPERFICIE CULTIVEE
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(1+2+3+4+5)	(7)
ALGERIE	1992	445 500	110 000	-	-	-	555 500	7.4
ANGOLA	1974	75 000	-	-	350 000	-	425 000	14.7
BENIN	1994	9 786	-	450	6 988	-	17 224	1.9
BOTSWANA	1992	1 381	-	-	-	6 500	7 881	2.4
BURKINA FASO	1992	15 430	-	8 900	21 400	-	45 730	1.2
BURUNDI	1985	14 400	-	-	60 000	-	74 400	9.3
CAMEROUN	1987	20 970	-	-	-	-	20 970	1.7
CAP-VERT	1988	2 779	-	-	-	-	2 779	7.5
COMORES	1987	130	-	-	-	-	130	0.2
CONGO	1993	217	-	-	-	1 783	2 000	1.5
COTE D'IVOIRE	1994	47 750	-	25 000	16 250	-	89 000	1.5
DJIBOUTI	1989	674	-	-	-	-	674	165.6
EGYPT	1993	3 246 000	-	-	-	-	3 246 000	100.0
EQUAT. GUINEA	-	-	-	-	-	-	-	-
ERITREA	1993	12 494	15 630	-	-	-	28 124	6.4
ETHIOPIA	1994	189 556	-	-	-	-	189 556	3.2
GABON	1987	3 150	-	1 300	-	-	4 450	4.5
GAMBIA	1991	1 670	-	-	13 170	-	14 840	7.6
GHANA	1994	6 374	-	-	-	-	6 374	0.6
GUINEE	1994	15 541	-	77 339	-	6 268	99 148	6.1
GUINEE-BISSAU	1994	5 110	-	12 005	25 322	-	42 437	27.6
KENYA	1992	66 610	-	-	6 415	-	73 025	2.0
LESOTHO	1994	2 722	-	-	-	-	2 722	1.3
LIBERIA	1987	100	-	2 000	18 000	-	20 100	4.1
LIBYA	1990	470 000	-	-	-	-	470 000	24.3
MADAGASCAR	1992	1 087 000	-	-	-	-	1 087 000	42.1
MALAWI	1992	28 000	-	-	61 900	-	89 900	4.3
MALI	1994	78 620	-	-	3 826	109 023	191 469	7.4
MAROC	1989	1 093 200	165 000	-	-	-	1 258 200	17.4
MAURITANIE	1994	49 200	-	-	-	64 000	113 200	56.9
MAURITIUS	1995	17 500	-	-	-	-	17 500	20.5
MOZAMBIQUE	1993	106 710	-	-	-	-	106 710	3.0
NAMIBIA	1992	6 142	-	-	-	2 000	8 142	4.0
NIGER	1989	66 480	-	-	-	12 000	78 480	2.1
NIGERIA	1991	219 621	-	13 200	-	723 714	956 535	4.2
REP. CENTRAFRIC.	1987	135	-	-	500	-	635	0.0
RWANDA	1993	2 000	-	2 000	156 000	-	160 000	19.4
SAO TOME & P.	1991	9 700	-	-	-	-	9 700	283.6
SENEGAL	1994	71 400	-	-	37 000	33 000	141 400	6.0
SEYCHELLES	-	-	-	-	-	-	-	-
SIERRA LEONE	1992	1 000	-	28 360	126 000	-	155 360	25.9
SOMALIA	1984	50 000	150 000	-	-	-	200 000	20.4
SOUTH AFRICA	1994	1 270 000	-	-	-	-	1 270 000	10.3
SUDAN	1995	1 900 000	46 200	-	-	-	1 946 200	25.6
SWAZILAND	1990	67 400	-	-	-	-	67 400	35.2
TANZANIA	1993	150 000	-	-	-	-	150 000	2.4
TCHAD	1988	14 020	-	-	21 400	78 000	113 420	5.7
TOGO	1990	2 008	-	5 000	-	-	7 008	0.5
TUNISIE	1991	355 000	30 000	-	-	-	385 000	9.7
UGANDA	1987	5 550	-	3 570	-	-	9 120	0.2
ZAIRE	1995	10 000	-	500	2 000	1 000	13 500	0.2
ZAMBIA	1992	46 400	-	-	100 000	-	146 400	14.2
ZIMBABWE	1993	116 577	-	-	20 000	-	136 577	5.0
AFRICA / AFRIQUE		**11 477 007**	**516 830**	**179 624**	**1 046 171**	**1 037 288**	**14 256 920**	**9.9**

Copyrighted material

TABLE 9
Full or partial control irrigation techniques
TABLEAU 9
Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle

COUNTRY	YEAR	FULL/PARTIAL CONTROL IRRIGATION						
		Equipped area						Part actually irrigated
		Surface	Sprinkler	Micro	Total	Part of surface water	Part of groundwater	
PAYS	ANNEE	IRRIGATION EN MAITRISE TOTALE/PARTIELLE						
		Superficie équipée						Part réellement irriguée
		Surface	Aspersion	Micro	Total	Part des eaux de surface	Part des eaux souterraines	
		(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)+(3)	(5)	(6) = 100 - (5)	(7)
Unit / Unité		ha	ha	ha	ha	%	%	%
ALGERIE	1992	-	-	-	445 500	-	-	82.0
ANGOLA	1974	-	-	-	75 000	100.0	0.0	29.0
BENIN	1994	3 956	4 470	1 360	9 786	99.6	0.4	10.0
BOTSWANA	1992	218	892	271	1 381	55.7	44.3	100.0
BURKINA FASO	1992	11 530	3 900	0	15 430	-	-	100.0
BURUNDI	1985	-	-	-	14 400	-	-	-
CAMEROUN	1987	-	-	-	20 970	-	-	-
CAP-VERT	1988	-	-	-	2 779	-	-	65.0
COMORES	1987	-	-	-	130	-	-	-
CONGO	1993	105	111	1	217	-	-	100.0
COTE D'IVOIRE	1994	-	-	-	47 750	100.0	0.0	92.0
DJIBOUTI	1989	-	-	-	674	0.0	100.0	60.0
EGYPT	1993	2 830 000	312 000	104 000	3 246 000	95.5	4.5	100.0
EQUAT. GUINEA	-	-	-	-	-	-	-	-
ERITREA	1993	-	-	-	12 494	-	-	48.0
ETHIOPIA	1994	-	-	-	189 556	-	-	-
GABON	1987	-	-	-	3 150	-	-	-
GAMBIA	1991	1 670	0	0	1 670	-	-	65.0
GHANA	1994	5 794	580	0	6 374	100.0	0.0	61.0
GUINEE	1994	13 947	1 594	0	15 541	100.0	0.0	-
GUINEE-BISSAU	1994	-	-	-	5 110	88.3	11.7	100.0
KENYA	1992	44 610	21 000	1 000	66 610	99.0	1.0	100.0
LESOTHO	1994	-	-	-	2 722	-	-	7.4
LIBERIA	1987	-	-	-	100	-	-	-
LIBYA	1990	-	470 000	-	470 000	-	-	51.0
MADAGASCAR	1992	-	-	-	1 087 000	-	-	83.0
MALAWI	1992	15 700	11 300	1 000	28 000	100.0	0.1	96.0
MALI	1989	78 520	100	0	78 620	97.4	2.6	-
MAROC	1989	986 000	103 200	4 000	1 093 200	69.0	31.0	-
MAURITANIE	1994	-	-	-	49 200	90.4	9.6	54.0
MAURITIUS	1995	1 500	14 600	1 400	17 500	88.0	12.0	-
MOZAMBIQUE	1993	-	-	-	106 710	-	-	42.0
NAMIBIA	1992	2 950	1 845	1 347	6 142	85.6	14.4	100.0
NIGER	1989	-	-	-	66 480	-	-	-
NIGERIA	1991	-	-	-	219 621	-	-	74.0
REP. CENTRAFRIC	1987	-	-	-	135	100.0	0.0	51.0
RWANDA	1987	-	-	-	2 000	-	-	-
SAO TOME & P	1991	-	-	-	9 790	100.0	0.0	-
SENEGAL	1994	-	-	-	71 400	-	-	-
SEYCHELLES	-	-	-	-	-	-	-	-
SIERRA LEONE	1992	1 000	0	0	1 000	-	-	-
SOMALIA	1984	-	-	-	50 000	-	-	-
SOUTH AFRICA	1994	-	-	-	1 270 000	82.0	18.0	-
SUDAN	1995	-	-	-	1 900 000	96.0	4.0	63.0
SWAZILAND	1990	-	-	25	67 400	-	-	100.0
TANZANIA	1993	-	-	-	150 000	-	-	-
TCHAD	1988	10 820	3 200	0	14 020	-	-	92.0
TOGO	1990	1 448	550	10	2 008	98.1	1.9	100.0
TUNISIE	1991	294 000	55 000	6 000	355 000	39.0	61.0	91.0
UGANDA	1987	-	80	-	5 550	-	-	-
ZAIRE	1995	10 000	0	0	10 000	100.0	0.0	80.0
ZAMBIA	1992	28 400	17 200	800	46 400	94.6	5.4	99.0
ZIMBABWE	1993	21 144	87 433	8 000	116 577	-	-	-
TOTAL		4 363 312	1 109 055	129 214	11 477 007			

Copyrighted material

TABLE 10
Irrigated crops
TABLEAU 10
Cultures irriguées

COUNTRY	YEAR	IRRIGATED CROPS	MAIN IRRIGATED CROP				Part of grain production which is irrigated
			Name		Area	in % of total irrigated crops	
PAYS	ANNEE	CULTURES IRRIGUEES	PRINCIPALE CULTURE IRRIGUEE				Part de la production de céréales qui est irriguée
			Nom		Superficie	en % du total des cultures irriguées	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = 100*(4/1)	(6)
Unit / Unité		ha			ha	%	%
ALGERIE	1986	-	Maraîchage	Vegetables	95 000*	-	-
ANGOLA	1972	-	Canne à sucre	Sugarcane	12 500*	-	-
BENIN	1993	8 444	Riz	Rice	7 870	93.20	-
BOTSWANA	1991	1 381*	Maraîchage	Vegetables	431*	31.21	2.6
BURKINA FASO	1992	45 730	Riz	Rice	30 900	67.57	3.2
BURUNDI	-	-	Riz	Rice	-	-	-
CAMEROUN	-	-	Riz	Rice	-	-	-
CAP-VERT	1985	2 307	Canne à sucre	Sugarcane	1 022	44.30	2.5
COMORES	-	-	Riz	Rice	-	-	-
CONGO	-	-	-	-	-	-	-
COTE D'IVOIRE	1994	43 540*	Canne à sucre	Sugarcane	20 220*	46.44	-
DJIBOUTI	1989	407	Maraîchage/ Fruits	Veg. / Fruits	405	99.51	100.0
EGYPT	1993	4 820 000	Trèfle d'Alexandrie	Berseem	1 082 000	22.45	100.0
EQUAT. GUINEA	-	-	-	-	-	-	-
ERITREA	1993	-	Maraîchage/ Fruits	Veg. / Fruits	4 109	-	-
ETHIOPIA	-	-	-	-	-	-	-
GABON	1987	4 450	Riz	Rice	4 450	100.00	-
GAMBIA	1991	11 277	Riz	Rice	11 277	100.00	19.6
GHANA	-	-	Riz	Rice	-	-	-
GUINEE	-	-	Riz	Rice	-	-	-
GUINEE-BISSAU	1994	42 437	Riz	Rice	42 437	100.00	48.8
KENYA	1990	73 025	Maraîchage	Vegetables	26 407	36.16	-
LESOTHO	1994	203	Maraîchage	Vegetables	203	100.00	0.0
LIBERIA	-	-	Riz	Rice	-	-	-
LIBYA	-	-	-	-	-	-	-
MADAGASCAR	1992	895 000	Riz	Rice	880 000	98.32	67.0
MALAWI	1992	31 500*	Canne à sucre	Sugarcane	15 000*	47.62	2.0
MALI	1987	273 556	Riz	Rice	193 000	70.55	22.4
MAROC	1990	1 073 000*	Céréales	Grain	410 000*	38.21	15.4
MAURITANIE	1993	134 899	Sorgho	Sorghum	62 488	46.32	65.5
MAURITIUS	-	-	Canne à sucre	Sugarcane	-	-	-
MOZAMBIQUE	1994	-	Riz	Rice	18 000	-	2.0
NAMIBIA	1991	6 142*	Maïs	Maize	2 200*	35.82	43.9
NIGER	1990	-	Riz	Rice	29 000	-	-
NIGERIA	1989	950 000	Riz	Rice	714 000	75.15	14.2
REP. CENTRAFRIC.	-	-	Riz	Rice	-	-	-
RWANDA	-	-	Patate douce	Sweet Potato	-	-	-
SAO TOME & P.	1991	9 700	Cacao	Cocoa	9 500	97.94	-
SENEGAL	1993	52 306*	Riz	Rice	32 000*	61.18	-
SEYCHELLES	-	-	-	-	-	-	-
SIERRA LEONE	1991	-	Riz	Rice	155 000	-	38.0
SOMALIA	1984	-	Maïs	Maize	150 000	-	30.0
SOUTH AFRICA	1988	-	Paturage	Pasture	220 000	-	9.0
SUDAN	1988	940 422	Coton	Cotton	324 240	34.48	22.0
SWAZILAND	1994	67 400	Canne à sucre	Sugarcane	52 000	77.15	-
TANZANIA	-	-	Riz	Rice	-	-	-
TCHAD	-	-	-	-	-	-	-
TOGO	1990	2 008*	Canne à sucre	Sugarcane	900*	44.82	-
TUNISIE	1991	308 000	Fruit/Vigne	Fruit/Grape	112 000	36.36	3.5
UGANDA	-	-	-	-	-	-	-
ZAIRE	1995	13 500	Canne à sucre	Sugarcane	11 200	82.96	-
ZAMBIA	1991	46 400*	Blé	Wheat	14 500*	31.25	5.4
ZIMBABWE	1989	178 547	Blé	Wheat	47 500	26.60	-

* refers only to full or partial control irrigated areas ; * se réfère seulement aux superficies irriguées en maîtrise totale ou partielle.

Copyrighted material

FIGURE 1
Regional division of Africa

Country codes

ALG	Algeria
ANG	Angola
BDI	Burundi
BEN	Benin
BKF	Burkina Faso
BOT	Botswana
CAF	Central African Republic
CHD	Chad
CMR	Cameroon
COI	Comoros
CVI	Cape Verde
DJI	Djibouti
EGY	Egypt
EQG	Equatorial Guinea
ERI	Eritrea
ETH	Ethiopia
GAB	Gabon
GAM	Gambia
GBS	Guinea Bissau
GHA	Ghana
GUI	Guinea
IVC	Côte d'Ivoire
KEN	Kenya
LES	Lesotho
LIB	Libya
LIR	Liberia
MAG	Madagascar
MAR	Mauritius
MAU	Mauritania
MLI	Mali
MLW	Malawi
MOR	Morocco
MOZ	Mozambique
NAM	Namibia
NER	Niger
NIR	Nigeria
PRC	Congo
RSA	South Africa
RWA	Rwanda
SEN	Senegal
SEY	Seychelles
SIL	Sierra Leone
SOM	Somalia
STP	São Tome and Principe
SUD	Sudan
SWA	Swaziland
TOG	Togo
TUN	Tunisia
UGA	Uganda
URT	Tanzania
ZAI	Zaire
ZAM	Zambia
ZIM	Zimbabwe

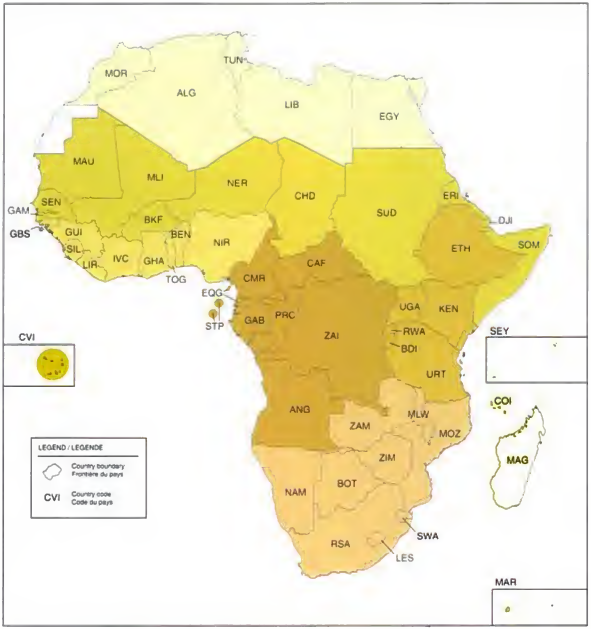
FIGURE 1
Découpage régional de l'Afrique

Codes des pays

ALG	Algérie
ANG	Angola
BDI	Burundi
BEN	Bénin
BKF	Burkina Faso
BOT	Botswana
CAF	République centrafricaine
CHD	Tchad
CMR	Cameroun
COI	Comores
CVI	Cap-Vert
DJI	Djibouti
EGY	Egypte
EQG	Guinée équatoriale
ERI	Erythrée
ETH	Ethiopie
GAB	Gabon
GAM	Gambie
GBS	Guinée-Bissau
GHA	Ghana
GUI	Guinée
IVC	Côte d'Ivoire
KEN	Kenya
LES	Lesotho
LIB	Libye
LIR	Liberia
MAG	Madagascar
MAR	Maurice
MAU	Mauritanie
MLI	Mali
MLW	Malawi
MOR	Maroc
MOZ	Mozambique
NAM	Namibie
NER	Niger
NIR	Nigéria
PRC	Congo
RSA	Afrique du Sud
RWA	Rwanda
SEN	Sénégal
SEY	Seychelles
SIL	Sierra Leone
SOM	Somalie
STP	Sao Tomé-et-Principe
SUD	Soudan
SWA	Swaziland
TOG	Togo
TUN	Tunisie
UGA	Uganda
URT	Tanzanie
ZAI	Zaïre
ZAM	Zambie
ZIM	Zimbabwe

Copyrighted material

FIGURE 1
Regional division of Africa
FIGURE 1
Découpage régional de l'Afrique



Copyrighted material

FIGURE 2
Water resources

Note

Figures represent internal renewable water resources. They are a compilation of information issued from numerous sources and do not refer to a single period of reference.

Internal renewable water resources: (km^3/yr) Average annual flow of rivers and groundwater generated from endogenous precipitation.

For the following countries, no recent information was available and the figures have been computed on the basis of the publication by L'vovitch (1974):

Burundi
Cameroon
Central African Republic
Equatorial Guinea
Gabon
Guinea
Liberia
Rwanda
Sierra Leone
Uganda
Zaïre

FIGURE 2
Ressources en eau

Note

Les valeurs indiquées représentent les ressources en eau renouvelables internes. Elles ont été obtenues à partir de nombreuses sources différentes et ne se rapportent pas à une période de référence spécifique.

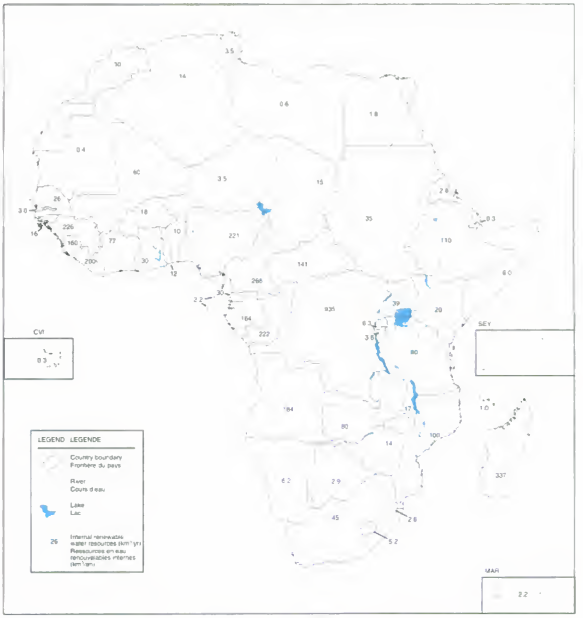
Ressources en eau renouvelables internes: (km^3/an) Flux moyen annuel des rivières et des eaux souterraines généré à partir des précipitations endogènes.

Pour les pays suivants, aucune donnée nouvelle n'a pu être obtenue et les valeurs données ont été calculées sur la base de la publication de L'vovitch (1974):

Burundi
Cameroun
République centrafricaine
Guinée équatoriale
Gabon
Guinée
Libéria
Rwanda
Sierra Leone
Ouganda
Zaïre

Copyrighted material

FIGURE 2
Water resources
FIGURE 2
Ressources en eau



Copyrighted material

FIGURE 3
Water withdrawal (as a percentage of internal renewable water resources)

Water withdrawal: Annual volume of water withdrawn for agricultural, industrial and domestic purposes, expressed as a percentage of internal renewable water resources. It does not include withdrawal for energy, mining, recreation, navigation, fisheries, and the environment, the net consumption rate of which is very limited or nil.

Country notes

Egypt: The total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 53.1 km^3/year, which is equal to 2 950% of the internal renewable water resources (1.8 km^3). Most of the water is withdrawn from the Nile river.

Eritrea and Ethiopia: Figures reflect the situation as in 1987.

Libya: The total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 4.6 km^3/year, which is equal to 766% of the total renewable water resources. A significant part of withdrawal cmes from non-renewable (fossil) groundwater resources.

Mauritania: The total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at 1.63 km^3/year, which is equal to 408% of the internal renewable water resources (0.4 km^3). Most of the water is withdrawn from the Senegal river.

FIGURE 3
Prélèvements en eau (en pourcentage des ressources en eau renouvelables internes)

Prélèvements en eau: Quantité annuelle d'eau prélevée par les collectivités, les industries ou l'agriculture. Ne comprend pas les prélèvements en eau pour l'énergie, les mines, les loisirs, la navigation, la pêche et l'environnement dont le taux de consommation net est très faible ou nul.

Notes pour les pays

Egypte: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 53,1 km^3 par an, ce qui correspond à 2 950% des ressources en eau renouvelables internes (1,8 km^3). La plupart des prélèvements sont effectués à partir du Nil.

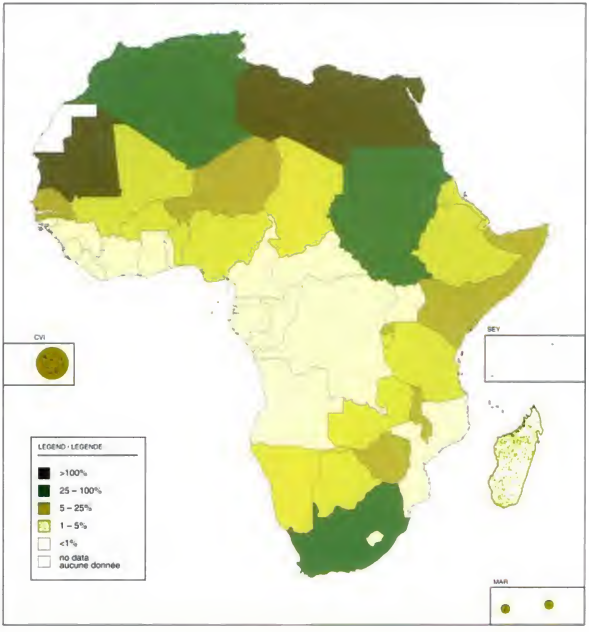
Erythrée et Ethiopie Les chiffres reflètent la situation de 1987.

Libye: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 4,6 km^3 par an, ce qui correspond à 766% des ressources en eau renouvelables internes. Cela s'explique par le fait qu'une quantité importante d'eau est prélevée à partir de ressources en eau souterraine non renouvelables.

Mauritanie: Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 1,63 km^3 par an, ce qui correspond à 408% des ressources en eau renouvelables internes (0,4 km^3). La plupart des prélèvements sont effectués à partir du fleuve Sénégal.

Copyrighted material

FIGURE 3
Water withdrawal (as a percentage of internal renewable water resources)
FIGURE 3
Prélèvements en eau (en pourcentage des ressources en eau renouvelables internes)



Copyrighted material

FIGURES 4-7
Irrigation and water managed areas

Data on *irrigation* refer to areas equipped with hydraulic structures to provide water to the crops. It includes areas equipped for full and partial control irrigation, spate irrigation areas, and equipped wetland or inland valley bottoms. It does not include non-equipped cultivated wetland and inland valley bottoms and recession cropping areas.

Data on *Water managed area* refer to the sum of full or partial control irrigation equipped area, spate irrigation area, equipped wetlands and inland valley bottoms, other cultivated wetlands and inland valley bottoms and flood recession cropping area. It does not include water harvesting area.

Country notes

Djibouti: The total water managed area is 166% of the total cultivated area. No cultivation is possible without irrigation, but not all equipped area is actually irrigated.

Egypt: All agriculture is irrigated.

Rwanda: The irrigation potential area is equal to the total water managed area. This is due to the fact that the irrigation potential refers to the wetlands and inland valley bottoms, which are part of the total water managed area, and all cultivated.

São Tome and Principe: The total water managed area is 284% of the cultivated area, due to the fact that the cocoa is irrigated, which is a perennal crop, while cultivated area refers only to annual crops.

Central African Republic, South Africa and Zimbabwe: As the figure for total cultivated area was not available, the ratio has been estimated in percent of arable land according to FAO definition (Agrostat).

FIGURES 4-7
Irrigation et superficies avec contrôle de l'eau

Les données de *superficies irriguées* se réfèrent aux surfaces aménagées dans le but de fournir un apport d'eau aux cultures. Elles comprennent les superficies équipées pour l'irrigation en maîtrise totale ou partielle, les superficies irriguées par épandage des crues et les marais et les bas-fonds aménagés. Elles ne comprennent pas les marais et bas-fonds cultivés non aménagés ni les cultures de décrue.

Les données de *superficie avec contrôle de l'eau* se réfèrent à l'ensemble des superficies équipées pour une maîtrise totale/partielle de l'eau, des superficies irriguées par épandage de crues, des marais et bas-fonds équipés, des autres marais et bas-fonds cultivés et des superficies en cultures de décrue.

Notes par pays

Djibouti: La superficie totale avec contrôle de l'eau correspond à 166% de la superficie totale cultivée. Il n'y a pas de cultures sans irrigation, mais toute la superficie équipée n'est pas réellement irriguée.

Egypte: Toute l'agriculture est irriguée.

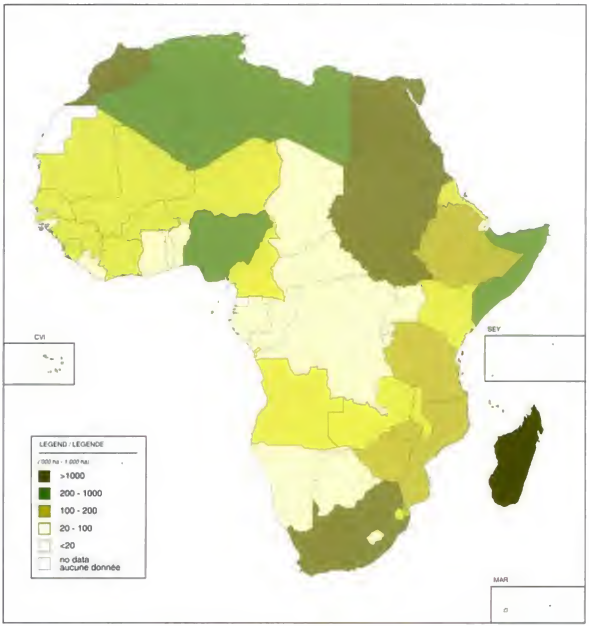
Rwanda: La superficie irrigable est égale à la superficie totale avec contrôle de l'eau. Cela s'explique par le fait que le potentiel d'irrigation inclut les bas-fonds et les marais, qui sont l'un des éléments de la superficie totale avec contrôle de l'eau, et qui sont tous cultivés.

Sao Tomé-et-Principe: La superficie totale avec contrôle de l'eau correspond à 284% de la superficie cultivée. Cela s'explique par le fait que le cacao, qui est une culture pérenne, et dont la superficie cultivée à ce titre n'entre pas dans le total des superficies cultivées, représente une large part de l'agriculture irriguée.

Pour la République centrafricaine, l'Afrique du Sud et le Zimbabwe: La superficie des terres cultivées n'étant pas disponible, le pourcentage a été estimé par rapport aux superficies arables selon le définition de la FAO (Agrostat).

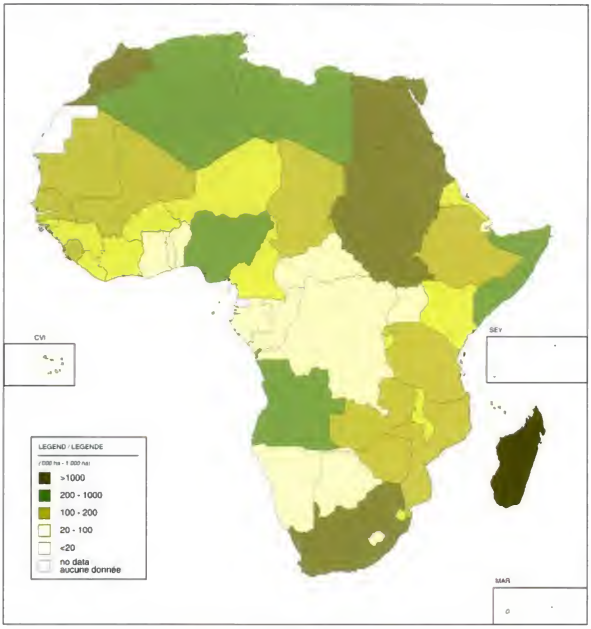
Copyrighted material

FIGURE 4
Irrigation (in '000 ha)
FIGURE 4
Irrigation (1000 ha)



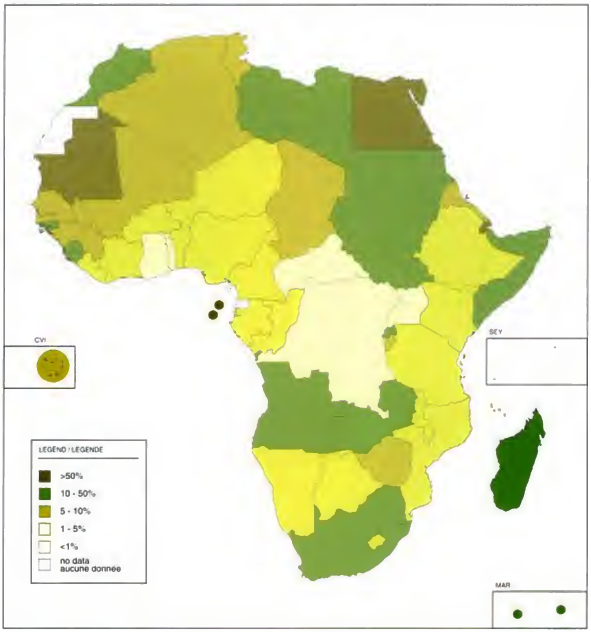
Copyrighted material

FIGURE 5
Water managed areas (in '000 ha)
FIGURE 5
Superficies avec contrôle de l'eau (1000 ha)



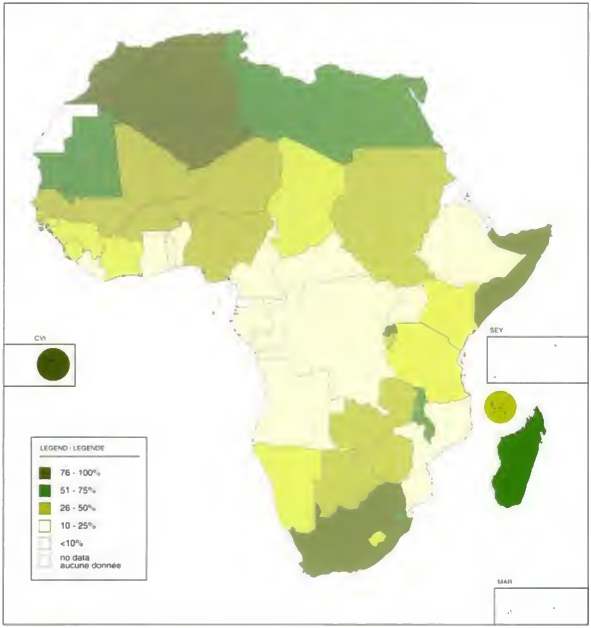
Copyrighted material

FIGURE 6
Water managed areas (as a percentage of cultivated areas)
FIGURE 6
Superficies avec contrôle de l'eau (en pourcentage des superficies cultivées)



Copyrighted material

FIGURE 7
Water managed areas (as a percentage of irrigation potential)
FIGURE 7
Superficies avec contrôle de l'eau (en pourcentage du potentiel d'irrigation)



Copyrighted material

Country profiles

Monographies par pays

Copyrighted material

ALGERIE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

L'Algérie, située au nord-est du continent africain en bordure de la Méditerranée a une superficie totale d'environ 2,4 millions de kilomètres carrés. La superficie cultivée est de 7,5 millions d'hectares, soit à peine 3% du total, localisée pour la plupart dans la partie côtière du pays.

La population était estimée à 27 millions d'habitants en 1994. Le taux annuel de croissance démographique est estimé à 3,2%. Environ 50% de la population est rurale.

Le développement de l'agriculture s'est concentré dans la région Nord du pays, où l'on trouve les meilleures terres et les conditions climatiques les plus favorables. L'agriculture occupe 25% de la population active et contribue, selon les années, à concurrence de 9 à 13% du PNB.

TABLE 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	238 174 000	ha
Superficie cultivable		-	ha
Superficie cultivée	1992	7 500 000	ha
Population totale	1994	27 325 000	hab.
Densité de population	1994	11	hab./km²
Population rurale	1993	48	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1985	85	%
Population rurale	1985	55	%

Climat et ressources en eau

Le climat varie du type désertique au sud au type méditerranéen au nord. La pluviométrie moyenne est de 68 mm/an, mais varie de 0 mm au sud du pays à 1 500 mm/an au maximum dans la région côtière du nord-est du pays vers Skikda. Cependant, même dans cette zone, la saison sèche dure cinq mois. Les précipitations, qui ont surtout lieu en hiver et au début du printemps, sont très aléatoires avec une très grande variabilité interannuelle.

Les ressources en eau renouvelables produites à l'intérieur du pays s'élèvent à environ 14 km^3/an. Le potentiel utilisable des ressources en eau du nord du pays et des hauts plateaux est estimé à 8,1 km^3 par an, dont 6,5 régularisables par des barrages et 1,6 exploitables annuellement à partir des eaux souterraines. L'estimation des ressources "exploitables" annuellement à partir des nappes fossiles du Sahara varie selon les hypothèses prises en compte entre 2 et 5 km^3/an. La mobilisation de l'eau et l'exhaure à partir de ces nappes sont coûteuses. Les prélèvements en eau s'élèvent chaque année à 4,5 km^3 (cf. figure 1).

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		68	mm/an
		162,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		13,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	509	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		14,3	km^3/an
Indice de dépendance		2,8	%
Capacité totale des barrages	1992	4,3	km^3
Eau désalinisée	1990	64	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1990	2 700	10^6 m^3/an
- Collectivités	1990	1 120	10^6 m^3/an
- Industrie	1990	680	10^6 m^3/an
Total		4 500	10^6 m^3/an
par habitant	1990	180	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		32,4	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1992	730 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1992	445 500	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1992	82	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		1984	110 000	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1992**	**555 500**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1992	7,4	%
- Augmentation sur les dix dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)			-	ha
- maraîchage		1986	95 000	ha
- arboriculture		1986	81 000	ha
- palmiers		1986	62 000	ha
- cultures fourragères		1986	25 000	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 4,5 km³ en 1990)

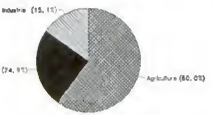
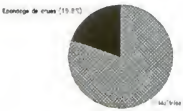


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1992)

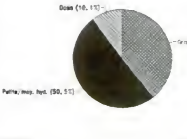


Les barrages construits ou en construction en 1992 étaient au nombre de 79, avec une capacité totale de 4,3 km³. La capacité des barrages alimentant les Offices de périmètres irrigués est estimée à 1,207 km³.

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel de terres irrigables est évalué à 1,24 million d'hectares, mais si l'on considère les ressources en eau moyennes disponibles (8 km³/an), le potentiel de développement n'est plus que de 730 000 ha. Il faut cependant noter que, durant la période très sèche des années 1980-90, les ressources en eau étaient loin de suffire aux superficies actuellement équipées en maîtrise totale/partielle. Le recours à l'irrigation est en effet devenu primordial en Algérie, non seulement pour stabiliser les cultures d'hiver mais aussi pour permettre de mener à terme les cultures de printemps et d'été.

FIGURE 3
Répartition des superficies équipées en maîtrise totale/partielle (1992)



La superficie totale avec contrôle de l'eau s'élève à 555 500 ha (figure 2). La superficie qui bénéficie de l'épandage de crues est estimée à 110 000 ha, et la superficie équipée en maîtrise totale/partielle s'élève à 445 500 ha. Cette dernière peut être divisée (figure 3) en 45 000 ha d'oasis situées dans le sud du pays et 400 500 ha dans le nord que l'on a l'habitude de séparer en "grande hydraulique" d'une part et "petite et moyenne hydraulique" d'autre part.

La grande hydraulique se compose de 17 périmètres variant entre 1 500 et 22 500 ha. Ces périmètres peuvent être regroupés en fonction de leur autorité de tutelle. On distingue ainsi:

- 10 périmètres allant de 2 200 à 22 500 ha regroupés dans 4 Offices de périmètres irrigués régionaux (OPIR d'El Tarf, de Mitjdja, de Cheliff et de Habre-Sig), totalisant 146 200 ha équipés dont 80 100, soit 55%, sont considérés comme régulièrement irrigables

Copyrighted material

FIGURE 4
Répartition des superficies équipées par Office régional et dans les Offices de Wilaya (1992)

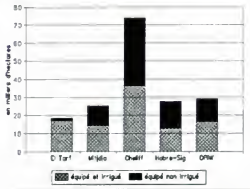
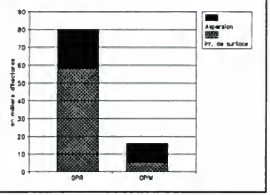


FIGURE 5
Techniques d'irrigation dans les Offices de périmètres irrigués (1992)



(figure 4). En effet, la détérioration des infrastructures, l'abandon des terres rendues stériles pas salinisation explique cette différence entre les deux chiffres. Par ailleurs, en 1991, seuls 32 000 ha ont été effectivement irrigués, soit 22% de la superficie équipée, à cause de la faiblesse des ressources en eau disponibles cette année-là. Ces périmètres sont vieux puisque 63% des superficies de ces périmètres ont été équipées de 1937 à 1943.

- 7 périmètres de 3 000 à 5 500 ha regroupés dans 7 Offices de périmètres irrigués de Wilaya (OPIW), totalisant 29 300 ha équipés dont 16 200 sont considérés comme régulièrement irrigables pour les mêmes raisons que précédemment (en 1991, seuls 10 000 ha ont été effectivement irrigués) (figure 4). Ces périmètres sont pour la plupart plus récents.

- Le périmètre de Saf Saf autrefois rattaché à sa Wilaya a été rattaché à l'OPIR d'El Tarf en 1992, auquel devrait aussi être rattaché le périmètre de Guelma, d'une superficie équipée de 12 000 ha, en cours d'achèvement en 1993 (superficie non prise en compte dans les précédents chiffres).

De la surface totale équipée des OPIR et des OPIW considérée comme irrigable, soit 96 300 ha, 62 560 ha (ou 65%) sont irrigués par irrigation de surface et 33 740 ha (ou 35% par aspersion (figure 5).

L'arboriculture fruitière dans les grands périmètres irrigués (OPIR et OPIW) occupe près de 31 000 ha, soit 17% des surfaces équipées pour l'irrigation dans les grands périmètres, mais 74% des superficies réellement irriguées dans les grands périmètres en 1991. Les cultures arboricoles sont en effet prioritaires lors de la distribution de l'eau. Aussi, pour pallier les fréquents arrêts de distribution de l'eau, en particulier dans le cas de cultures maraîchères qui ne reçoivent l'eau qu'après les cultures arboricoles, de nombreux agriculteurs ont creusé des puits au sein même des périmètres.

Le coût moyen de développement de 1 ha irrigué dans les grands périmètres est évalué à 11 000 $EU en irrigation de surface et à 15 000 $EU en aspersion. La redevance dans les grands périmètres, qui n'a pas évolué entre 1985 et 1992, était de 0,35 DA/m^3 en 1992 (soit 0,046 $EU en 1989 mais seulement 0,015 $EU en 1992), ce qui ne couvre pas les coûts

Copyrighted material

FIGURE 6
Principales cultures irriguées en maîtrise totale/ partielle (1984)

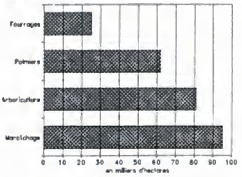
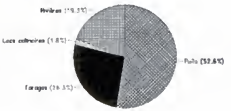


FIGURE 7
Origine de l'eau d'irrigation pour les surfaces en petite et moyenne hydraulique (1992)



d'entretien et de gestion des périmètres. Elle est en effet établie sur la base du volume délivré qui vient s'ajouter à un droit annuel, en tenant compte des cultures et des périmètres.

Les principales cultures irriguées en maîtrise totale et partielle sont le maraîchage, l'arboriculture fruitière et les palmiers (figure 6).

La petite et moyenne hydraulique couvrait 225 000 ha en 1992, à partir de puits, forages, sources, petites rivières par dérivation traditionnelle ou pompes individuelles, ou encore à partir de retenues collinaires derrière de petits barrages en terre. L'origine de l'eau d'irrigation pour cette petite et moyenne hydraulique est présentée à la figure 7.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les autorités compétentes dans le domaine de l'eau sont les suivantes:

- Le Ministère de l'équipement et du logement (MEL) est compétent pour l'ensemble des activités dont le but est la recherche, l'exploitation, la production, le stockage et la distribution de l'eau pour tous les usages.

  Au niveau central, les directions concernées sont les suivantes:

  - la Direction de la planification et des affaires économiques (DPAE),
  - la Direction des grands aménagements et des infrastructures hydrauliques (DGAIH),
  - la Direction de l'irrigation petite et moyenne hydraulique (DIPMH),
  - la Direction de la réglementation, de la protection et de l'usage de l'eau (DRPUE).

  Les Agences compétentes, placées sous la tutelle du MEL, sont:

  - l'Agence nationale pour les ressources hydrauliques (ANRH),
  - l'Agence nationale des barrages (ANB),
  - l'Agence nationale de réalisation et de gestion des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation et le drainage (AGID). Celle-ci est chargée de conduire les activités de conception, d'études et de réalisation des infrastructures hydro-agricoles qui seront exploitées par les OPI.

Copyrighted material

- Le Ministère de l'agriculture (MA). Les directions concernées par le secteur de l'eau sont:

  - la Direction de la vulgarisation et des institutions rurales (DVIR),
  - la Direction du génie rural (DGR).

- Au niveau régional, on trouve:

  - les 4 OPIR sous la tutelle du MEL,
  - les 7 OPIW sous la tutelle des Wali (Wilaya),
  - le Service de l'hydraulique (dépendant du MEL) pour chaque Wilaya, et
  - la Direction des services agricoles (dépendant du MA) pour chaque Wilaya.

  Un code des eaux a été établi le 17 juillet 1992.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les ressources en eau de l'Algérie sont limitées et doivent être préservées. Une attention particulière devra être portée à l'envasement des barrages, qui atteint parfois des proportions inquiétantes, le cas extrême étant représenté par le barrage de Cheurfas qui serait envasé à 96% selon certaines estimations.

La qualité des sols est aussi l'un des facteurs à surveiller. En ce qui concerne les terres irriguées, la salinisation des sols s'est aggravée avec la sécheresse des années 80 et certaines terres sont en voie de stérilisation. D'autre part, le besoin en drainage des sols dans les OPIR est évalué à 61 000 ha.

Un tiers des surfaces cultivées en Algérie ont une pente supérieure à 12,5%, ce qui pose des problèmes d'érosion et de conservation des sols.

L'Algérie a formulé au début des années 90 un vaste programme de réhabilitation et d'extension des périmètres existants, qui devrait porter la superficie totale équipée et irriguée en maîtrise totale et partielle dans le nord du pays à 500 000 ha en 2010.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1988. Democratic and Popular Republic of Algeria: Irrigation engineering project. Washington DC.

FAO. 1992. Algérie. Projet d'appui à l'irrigation (PAI). Rapport d'identification. FAO Centre d'investissement, programme de cooperation FAO/Banque mndiale. Rapport N° 4/92 CP-ALG 36. Rome.

Pérennes, J.J. 1993. *L'eau et les hommes au Maghreb: Contribution à une politique de l'eau en Méditerranée*. Karthala: CNRS.

Copyrighted material

ANGOLA

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

L'Angola, dont la superficie totale est de 1 246 700 km^2, est dominé par un vaste plateau s'étageant entre 1 000 et 1 500 m d'altitude et couvrant 63% du territoire national. Une étroite plaine côtière se développe sur 1 500 km le long de l'océan Atlantique.

La population totale de l'Angola était estimée à un peu plus de 10 millions d'habitants en 1994, dont un tiers serait urbaine. Le taux de croissance démographique est estimé à quelque 2,8% par an. La densité de population est faible (8 hab./km^2) mais elle est concentrée principalement dans 5 des 18 provinces du pays, où elle dépasse fréquemment 30 hab./km^2. La population agricole représente environ 60% de la population totale.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	124 670 000	ha
Superficie cultivable		-	ha
Superficie cultivée	1994	2 900 000	ha
Population totale	1990	10 674 000	hab.
Densité de population	1990	8	hab./km^2
Population rurale	1990	67	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1991	71	%
Population rurale	1985	15	%

La production pétrolière représente 55% du PIB, l'industrie, la construction et les services 30% et l'agriculture moins de 15% (le chiffre de 7% est cité pour 1994). Cette situation s'explique en grande partie par l'instabilité due à la guerre qui affecte directement l'agriculture depuis 20 ans.

Climat et ressources en eau

L'Angola se trouve dans la région équatoriale mais son climat est tempéré par le courant froid de Benguela et par l'altitude. La précipitation moyenne est de 1 050 mm/an, mais varie entre plus de 1 500 mm/an au nord du pays et sur les hauts plateaux et moins de 100 mm/an dans la bande côtière. Les températures moyennes annuelles oscillent entre 16° et 30°C.

Les régimes hydrologiques des principales rivières sont assez mal connus. Le débit spécifique des rivières est de l'ordre de 5 l/s par kilomètre carré, soit un écoulement total moyen de 184 km^3 par an. Jouant le rôle de château d'eau, l'Angola fournit de l'eau à tous les pays voisins et n'en reçoit pas.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 052	mm/an
		1 311,2	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		184,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	17 200	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		184,0	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée	1990	0,14	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	365	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	67	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	48	10^6 m^3/an
Total		480	10^6 m^3/an
par habitant	1987	57	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,3	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation	1992	6 700 000	ha
Irrigation:			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1974	75 000	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines	1974	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface	1974	100	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée	1994	29	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés	1974	350 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	**1974**	**425 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée	1974	15	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		-	%
- Partie irriguée par pompage		-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle: Critère			
Grands périmètres > - ha		-	ha
Périmètres moyens		-	ha
Petits périmètres < - ha		-	ha
Nombre total de ménages	1974	250 000	
Cultures irriguées:			
Production totale de céréales irriguées		-	t
en % de la production totale de céréales		-	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)		-	ha
- canne à sucre	1972	12 500	ha
- tabac	1972	9 100	ha
- bananes	1972	7 700	ha
- agrumes	1972	3 500	ha
Drainage - Environnement:			
Superficie drainée		-	ha
en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha

Copyrighted material

Dans sa partie centrale, le plateau est entaillé par des vallées à fonds plats, souvent marécageuses. La transition rapide du plateau à la plaine côtière offre un potentiel considérable pour la création de réservoirs et l'hydroélectricité. Les sites de barrages sont nombreux. La morphologie du réseau hydrographique de l'Angola se prête donc bien à l'exploitation des ressources hydrauliques pour la production d'énergie, la fourniture d'eau d'irrigation, l'alimentation en eau des populations, les industries et la pêche en eaux intérieures. La mise en valeur des basses vallées des fleuves est cependant souvent conditionnée par la régularisation du débit des cours d'eau.

En 1985, on estimait à 15% les populations rurales ayant accès à l'eau potable. On recensait en 1991 plus de 2 000 forages réalisés en milieu rural pour l'alimentation des populations et des animaux, principalement dans le sud aride (Cunene, Huila et Namibe). Les prélèvements totaux en eau étaient évalués à 0,48 km^3 en 1987 (figure 1), dont 0,37 km^3 pour l'agriculture, ce qui ne concerne probablement que les périmètres en maîtrise totale/partielle.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,48 km^3 en 1987)

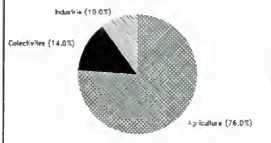
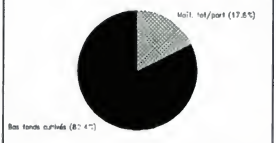


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1974)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les ressources en eau et en sols offrent un potentiel immense pour l'irrigation, qui peut être estimé à plusieurs millions d'hectares. Les superficies irrigables déjà répertoriées s'élèvent à 420 000 ha dont 163 000 sont théoriquement irrigables à partir des barrages existants.

Aucune donnée statistique récente n'est disponible sur les superficies avec contrôle de l'eau. Le chiffre de 75 000 ha pour la superficie équipée en maîtrise totale/partielle en 1974 ne tient pas compte de la surface mise en valeur par les petits aménagements ni de l'irrigation traditionnelle.

On peut en effet distinguer deux types d'irrigation (figure 2):

1. L'irrigation "moderne" sur les superficies équipées en maîtrise totale/partielle, presque exclusivement au bénéfice des colons portugais avant l'indépendance. Environ 75 000 à 80 000 ha étaient recensés en 1974 et les superficies encore exploitées en 1991 étaient estimées entre 10 000 et 30 000 ha (figure 3);

2. L'irrigation "traditionnelle" ou "informelle", les cultures de bas-fonds sans ouvrages durables, gérées par les populations locales, et qui auraient représenté, avant

Copyrighted material

l'indépendance, jusqu'à 350 000 ha et concerné plus de 250 000 familles, principalement sur le plateau central.

Avant l'indépendance en 1975, l'Etat avait investi dans de grands barrages pour la production d'électricité et l'aménagement de grands périmètres hydro-agricoles. A l'indépendance, 8 grands barrages étaient construits, 5 en cours de construction, et 19 à l'étude. Les grands aménagements étaient destinés à l'irrigation des cultures industrielles (canne à sucre, bananes) et, plus généralement, à l'irrigation de périmètres situés dans des zones de colonisation portugaise. Ils furent implantés surtout dans les plaines alluviales et les vallées des fleuves Dande, Bengo, Cuanza, Catunbela, Cavaco, Caporolo et Cunene. A l'indépendance, on comptait également de très nombreux ouvrages de petite hydraulique agricole: prises en rivières, barrages collinaires, stations de pompage sur les cours d'eau ou les lacs. Les périmètres qu'ils desservaient pouvaient atteindre plusieurs centaines d'hectares.

FIGURE 3
Part des périmètres en maîtrise totale/partielle effectivement irrigués (1994)

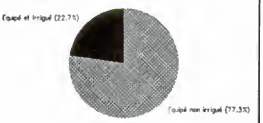
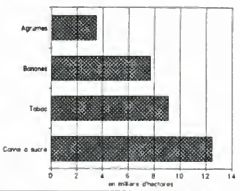


FIGURE 4
Superficies des principales cultures irriguées (1972)



Avant l'indépendance, l'irrigation de surface était largement majoritaire, l'aspersion n'étant pratiquée que sur des superficies négligeables. La gestion de l'eau sur les grands périmètres était assurée par des techniciens spécialisés; sur les petits périmètres, les colons contrôlaient eux-même la gestion de l'eau. En 1980, on comptait 900 ha d'irrigation par aspersion dans la province de Luanda (maraîchage). Il était également prévu d'aménager 4 000 ha en aspersion pour le coton et 250 ha pour l'ananas.

A l'indépendance, les grandes exploitations ont été expropriées et nationalisées, ainsi que la plupart des terres des colons qui avaient quitté le pays. Le départ soudain des techniciens qualifiés s'est traduit par une baisse de qualité dans la gestion des périmètres: pilotage inadéquat des irrigations, dégradation des terres, engorgement des terres basses, problèmes d'entretien. Le manque de techniciens d'irrigation est encore à l'heure actuelle considéré comme une contrainte majeure au développement de l'irrigation.

En ce qui concerne les cultures irriguées, les statistiques agricoles de 1971-72 mentionnaient la canne à sucre, le tabac, les bananes et les agrumes (pour un total de 33 000 ha) ainsi qu'une partie des cultures de coton, de blé, de riz, de palmiers à huile, d'arbres fruitiers, d'oliviers, de vignes et de cultures maraîchères (en contre-saison) (figure 4). Il faut noter que, dans le nord du pays, on pratiquait plutôt la riziculture pluviale que la riziculture irriguée.

Copyrighted material

L'hydraulique pastorale est relativement développée dans le sud du pays, région à vocation pastorale.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

La Direction nationale de l'hydraulique et du génie rural (DNAHER), créée en 1991, est chargée de la conception, de la coordination, de l'étude et du contrôle des activités de génie rural. Elle est un organe exécutif du Ministère de l'agriculture et du développement rural (MINADER).

Le Département de l'hydraulique rurale (DHR) est chargé de la planification de l'irrigation, des équipements de mécanique agricole et d'hydrologie agricole; le Département des équipements hydro-agricoles a pour mandat de faire l'inventaire et de définir une politique de gestion et d'exploitation des infrastructures hydroagricoles; le Département du génie rural (DER) est responsable de la mécanisation agricole, de l'électrification rurale, des routes et chemins ruraux, des technologies intermédiaires et de la vulgarisation des techniques de conservation des sols.

En outre, le Secteur des études et projets (SEP) est chargé de l'étude et de la supervision de petits projets dans le domaine de l'hydraulique et du génie rural.

Dans les provinces, 4 Brigades régionales d'intervention sont chargées de l'exécution de petits ouvrages d'hydraulique ou de génie rural. Il s'agit des Brigades du Sud, de Kwanza sud, du Plateau central et du Nord.

L'Entreprise nationale de mécanisation agricole (ENAMA), entreprise d'Etat dépendant du MINADER, est chargée de fournir les services mécaniques à l'ensemble du secteur agricole. Elle a 8 Directions provinciales et des brigades d'intervention.

L'Institut de développement agraire (IDA), est chargé de la vulgarisation et de l'appui aux agriculteurs par l'intermédiaire des Entreprises de développement agraire (EDA), qui sont au nombre de 75. C'est également l'IDA qui est chargé de la mise en valeur et de la gestion des périmètres irrigués.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Il est généralement admis que l'irrigation dans le pays souffre du manque de cadres et de techniciens formés (et ce depuis le départ massif des Portugais lors de l'indépendance), ainsi que de l'information de base nécessaire à la définition d'une politique de l'irrigation et à la préparation de plans de développement de ce sous-secteur.

Un document, intitulé "Plan directeur de l'irrigation en Angola", a été préparé par la DNHER à l'occasion de la première rencontre nationale sur l'hydraulique agricole qui s'est tenue en juillet 1993. Ce document, qui se fonde sur des données datant en grande partie d'avant l'indépendance, trace les grandes lignes d'un programme à court, à moyen et à long terme en proposant des réformes institutionnelles, des options pour le financement des infrastructures d'hydraulique agricole, ainsi que la création d'unités de gestion des bassins versants.

Copyrighted material

Les priorités du programme du Gouvernement pour la période 1995-97 concernent les provinces de Luanda, de Quanza Norte, de Benguela, de Namibe, d'Huila, de Quanza Sul et de Bengo. Le programme se concentre sur la réhabilitation des ouvrages d'hydraulique et l'appui à la petite irrigation (motopompes, irrigation traditionnelle).

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. 1980. Angola. Mission de formulation pour le secteur agricole. Rapport préparé par PNUD/FAO, projet ANG/79/016. Deux volumes. Rome.

FAO. 1992. République populaire d'Angola. Mission d'identification générale de projets dans le secteur agricole. FAO Centre d'investissement. Programme de coopération FAO/Banque mondiale/Banque africaine de développment. Rapport N° 3/92 CP/ADB-ANG 11. Rome.

MINADER. 1993. Plano director de irrigação em Angola.

Copyrighted material

BENIN

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Bénin s'étend sur une superficie de 112 620 km^2. La superficie cultivable est estimée à 70 500 km^2, soit 63% de la superficie totale. La superficie cultivée au cours de la campagne agricole 1992/1993 est estimée à 907 800 ha, soit environ 8% de la superficie totale et 13% des terres cultivables.

La population était estimée à 5,2 millions d'habitants en 1994, et est rurale à 62%. La densité moyenne est de 47 hab./km^2, mais ce chiffre cache de grandes disparités: plus de la moitié de la population vit sur 11% du territoire national. Le sud est ainsi très peuplé, la densité y varie entre 192 et 322 hab./km^2, tandis que la densité fluctue dans le nord du pays entre 16 et 21 hab./km^2. Le taux moyen de la croissance démographique est de 2,8% par an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	11 262 000 ha
Superficie cultivable	1992	7 050 000 ha
Superficie cultivée	1993	907 800 ha
Population totale	1994	5 246 000 hab.
Densité de population	1994	47 hab./km^2
Population rurale	1992	62 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1993	46 %
Population rurale	1993	58 %

L'agriculture est la base de l'économie béninoise. Elle occupe 62% de la population active, contribue pour 41% au produit intérieur brut et constitue 80% des recettes d'exportation.

Climat et ressources en eau

Deux types de climat sont représentés au Bénin: subéquatorial à quatre saisons (deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches) dans le sud, soudanien à deux saisons (une pluvieuse et une sèche) dans le nord. La zone centrale du pays connaît un climat de transition qui s'apparente à un climat subsoudanien.

Les précipitations moyennes annuelles varient entre 800 et 1 400 mm au sud contre 800 à 1 100 mm dans le nord et sont caractérisées par une très grande variabilité spatio-temporelle.

La température moyenne annuelle varie entre 27° et 29°C.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 111	mm/an
		125,1	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes - totales		10,3	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	1 963	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		25,8	km^3/an
Indice de dépendance		60,1	%
Capacité totale des barrages	1994	0,03	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1994	97	10^6 m^3/an
- Collectivités	1994	33	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	15	10^6 m^3/an
Total		145	10^6 m^3/an
par habitant	1994	28	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		1,4	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	300 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	9 786	ha
- irrigation de surface		1994	3 956	ha
- irrigation par aspersion		1994	4 470	ha
- micro-irrigation		1994	1 360	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1994	0,4	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1994	99,6	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1994	10	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1994	450	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1994	6 988	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**17 224**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	1,9	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		1985-1994	3	%
- Partie irriguée par pompage		1994	58	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 500 ha	1994	7 556	ha
Périmètres moyens		1994	1 192	ha
Petits périmètres	< 100 ha	1994	1 038	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées		1993	8 444	ha
- riz		1993	7 870	ha
- oignon		1993	476	ha
- ananas		1993	70	ha
- tomates et autres légumes		1993	28	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

Les principaux fleuves et cours d'eau du Bénin sont l'Ouémé, le Mono, la Pendjari et les affluents du Niger. Les lacs et lagunes occupent une surface importante, malgré leur comblement partiel suites à mauvaises pratiques culturales. Les cours d'eau ont pour la plupart un régime saisonnier marqué par d'importants débits de crue et des étiages parfois nuls.

Les ressources en eaux superficielles internes sont évaluées à 10 km^3, dont 1,5 km^3 de débit de base provenant des eaux souterraines. La capacité totale de recharge de la nappe en année de pluviométrie moyenne est estimée à 1,8 km^3 par an. L'exploitation des eaux souterraines ne se fait actuellement de manière significative que pour l'alimentation en eau potable des populations.

Les prélèvements totaux en eau en 1987 s'élevaient à 110 millions de mètres cubes (figure 1). Les prélèvements pour l'alimentation des collectivités s'élevaient en 1993 à environ 33 millions de mètres cubes. Environ 18 millions de mètres cubes étaient ainsi prélevés en zone rurale et 15 millions de mètres cubes en milieu urbain, dont 1,12 millions de mètres cubes dans les retenues d'eau pour les villes de Parakou, de Natitingou, de Djougou et de Savalou.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,11 km^3 en 1987)

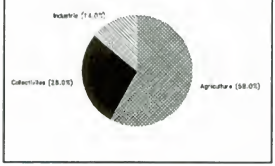


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)

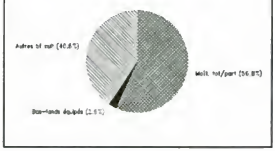
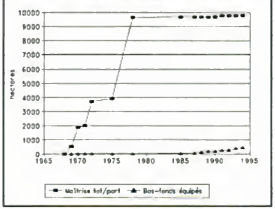


FIGURE 3
Evolution des superficies équipés (1969-1994)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel d'irrigation au Bénin est évalué par certaines sources à 300 000 ha. D'autres sources considèrent ce chiffre de terres irrigables comme sous-évalué.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 17 224 ha (figure 2), résultat d'une politique d'équipement qui a commencé en 1969 (figure 3). Ce chiffre ne tient pas compte des micro-périmètres maraîchers dont le recensement est difficile.

Les superficies équipées en maîtrise totale et partielle s'élèvent à 9 786 ha. La quasi-totalité de ces superficies irriguées (99,6%) le sont à partir des eaux de surface (figure 4). Les différentes techniques d'irrigation sont représentées au Bénin (figure 5). Sur un total de 39 périmètres, 5 dépassent 500 ha (le périmètre de Save est équipé sur 4 400 ha) et 8 sont compris entre 100 et 500 ha (figure 6).

Copyrighted material

FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1994)

FIGURE 5
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1994)

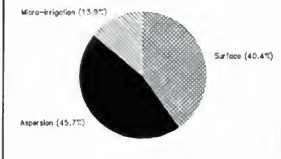


FIGURE 6
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1994)

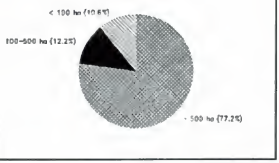
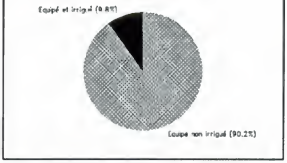
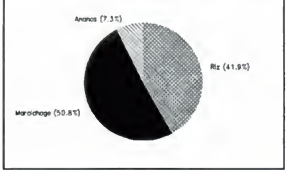


FIGURE 7
Superficies équipées en maîtrise totale/partielle: part réellement irriguée (1994)



Les superficies équipées en maîtrise totale/partielle effectivement exploitées en 1993 totalisaient 955,5 ha, soit moins de 10% des superficies équipées (figure 7). En dehors du périmètre sucrier de Save et de celui de la palmeraie irriguée de Ouidah Nord qui couvrent respectivement 4 400 et 900 ha et qui sont inexploités, bien que disposant d'équipements encore fonctionnels, la quasi-totalité des autres périmètres irrigués sont abandonnés et les équipements hors d'usage. Des cultures sont cependant implantées sur ces périmètres, mais elles ne reçoivent plus que l'eau de pluie.

FIGURE 8
Superficies irriguées par culture, maîtrise totale/partielle (1993)



Les principales cultures irriguées sur les périmètres en maîtrise totale/partielle sont le riz, le maraîchage et l'ananas (figure 8). Les différentes structures de gestion des périmètres irrigués sont les groupements de producteurs, les sociétés d'Etat, les coopératives et les sociétés privées: seuls les périmètres gérés par les groupements de producteurs restent irrigués (figures 9 et 10). Le coût moyen de réhabilitation des grands périmètres était évalué avant la dévaluation du FCFA à 9 000 $EU/ha, et le coût moyen de création d'un petit périmètre était évalué à 3 000 $EU/ha à la même époque.

Copyrighted material

FIGURE 9
Gestion de l'irrigetion: Superficies équipées en maîtrise totale/partielle (total: 9 786 ha en 1994)

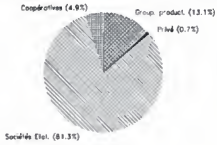
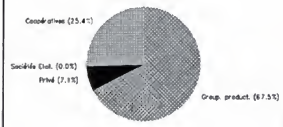


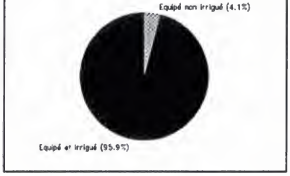
FIGURE 10
Gestion de l'irrigation: Superficies en maîtrise totale/partielle réellement irriguée (total: 955,5 ha en 1994)



Les superficies en bas-fonds s'élèvent à 7 438 ha. Ces bas-fonds restent pour la plupart irrigués de manière traditionnelle, tandis que 450 ha répartis sur une quarantaine de bas-fonds ont été équipés pour une irrigation en maîtrise totale ou partielle (figure 2). Ces bas-fonds sont principalement cultivés en riz, avec parfois un peu de maraîchage. Les bas-fonds équipés sont tous gérés par des groupements de producteurs, et restent généralement irrigués (figure 11).

Le coût d'aménagement d'un bas-fond variait entre 700 et 1 750 $EU/ha avant la dévaluation du FCFA.

FIGURE 11
Bas fonds équipés: part réellement irriguée (1994)



ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les principales institutions publiques qui interviennent dans le secteur de l'hydraulique agricole et dans celui de la gestion des ressources hydrauliques sont les suivantes:

- Ministère du développement rural:
  - La Direction du génie rural et ses structures décentralisées que sont les Directions de l'aménagement et de l'équipement rural (DAER) des Centres d'action régionale pour le développement rural (CARDER). Elle est chargée notamment de la mise en place de la politique nationale en matière d'aménagements hydro-agricoles et est le maître d'oeuvre de tous les travaux d'ouvrages hydrauliques à buts agropastoraux.
- Ministère de l'énergie, des mines et de l'hydraulique:
  - La Direction de l'hydraulique chargée de l'inventaire des ressources hydrauliques et de l'hydraulique villageoise;
  - La Société béninoise d'électricité et d'eau (SBEE).
- Ministère de l'environnement, de l'urbanisme et du logement:
  - La Direction de l'environnement.
- Ministère de la santé:
  - La Direction de l'hygiène et de l'assainissement.

Copyrighted material

Le Bénin ne dispose ni d'un code de l'eau, ni d'un code foncier.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Le secteur rural a représenté entre 20 et 35% du programme d'investissement prioritaire au cours des dix dernières années mais l'irrigation n'y a occupé qu'une place insignifiante. En effet, après une politique volontariste en matière d'irrigation dans les années 60 et 70, qui s'est soldée par un abandon d'une grande partie des surfaces aménagées à cause d'erreurs de conception, d'erreurs techniques de dimensionnement, d'insuffisances dans les études socio-économiques, de graves insuffisances de gestion ou du manque de rentabilité des projets, le Bénin a considérablement réduit ses activités dans le domaine de l'irrigation.

Les seules actions d'envergure menées depuis lors se résument à la réhabilitation d'anciens périmètres rizicoles sur 427 ha, à la réalisation d'un périmètre sucrier de 4 400 ha à Save et à la mise en chantier d'un programme d'aménagement des bas-fonds dont la superficie totale aménagée était de 450 ha en 1994.

La nouvelle politique d'aménagement hydro-agricole du Bénin privilégie les micro-aménagements de superficie excédant rarement 20 ha, de conception et de réalisation simples, peu coûteux, maîtrisables et autogérables par les communautés villageoises bénéficiaires. La politique d'aménagement des bas-fonds déjà commencée consacre cette approche, tout comme l'aménagement hydroagricole des vallées du Mono, du Niger et de l'Ouémé projeté pour les prochaines années qui sera progressivement réalisé en une série de petits périmètres autonomes de superficie égale à 50 ha au maximum.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

BCEOM/SOGREAH/ORSTOM. 1993. Evaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne. Rapport de pays: Bénin.

Centre d'étude de projet de développement rural. 1993. Rapport de l'étude de l'impact socio-économique du projet BEN/91/002 sur les populations bénéficiaires directes et indirectes.

Dekrin Traore, J. 1993. Aménagement des bas-fonds et approche participative au Bénin. Expérience du projet [PNUD/FAO] BEN/84/012.

Direction de l'analyse de la prévision et de la synthèse du Ministère du développement rural. 1993. Compendium des statistiques agricoles et alimentaires (1970-92).

FAO. Dates diverses. Projets BEN/84/012 et BEN/91/002, Inventaire, étude et aménagement des bas-fonds. Rapports divers. Rome.

Institut national de la statistique et de l'analyse économique. 1994. Deuxième recensement général de la population et de l'habitation. Février 1992.

ORSTOM & Direction de l'hydraulique du Bénin. 1993. Ressources en eaux superficielles de la République du Bénin.

Piaton, H. 1986. Plan national d'irrigation en République populaire du Bénin. Rapport de la mission d'identification.

Copyrighted material

BOTSWANA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Botswana is a semi-arid, landlocked country in the centre of Southern Africa, with a total area of 581 730 km^2. It is one of the Southern African Development Community (SADC) partners. There is about 6.2 million ha of cultivable land, which is 10% of the total area. Cultivated land was 324 200 ha in 1990 (down from 382 300 ha in 1987), comprising 284 000 ha of smallholdings on communal land and 40 200 ha of commercial farms. Crop yields are often unsatisfactory due to rainfall failure and/or damage from livestock or game.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	58 173 000	ha
Cultivable land	1994	6 200 000	ha
Cultivated land	1990	324 200	ha
Total population	1994	1 443 000	inhab.
Population density	1994	2	inhab./km²
Rural population	1991	79	%
Water supply coverage			
Urban population	1994	100	%
Rural population	1994	39	%

Total population is about 1.4 million (1994). According to the 1991 census, 21% is urban, 22% lives in major villages (small towns) and 57% is in rural villages and other settlements. Average population density is 2.5/km^2. Annual population growth is estimated to be 3.4%. Agriculture – crop production and livestock – contributes approximately 4% to GDP, although they provide occupation for more than 70% of the population.

Climate and water resources

The mean annual rainfall is 400 mm, ranging from 250 mm in the southwest to a maximum of 650 mm/year in the extreme north. Over 90% of the rainfall occurs during summer (November to March), mainly as scattered convective thunderstorms. Hail storms are common at the beginning and end of the rainy season. Distribution of rainfall is extremely variable, with lengthy dry spells. Drought years are common, but rainfall tends to be more reliable in the north.

The total mean annual surface runoff from catchments emanating within Botswana is about 1.2 km^3/year, of which about 60% comes from the contributory catchment of the Limpopo. The remainder is in the Makgadikgadi pans. In addition to the internally generated surface water resources, Botswana receives an estimated 11.5 km^3/year from the Angolan Plateau, through Namibia, most of which disappears in the Okavango swamp delta, and about

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		401	mm/yr
		233.2	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		2.9	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 010	m^3/yr
Global renewable water resources		14.7	km^3/yr
Dependency ratio		80.3	%
Total dam capacity	1992	0.4	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1992	54	10^6 m^3/yr
- Domestic	1992	36	10^6 m^3/yr
- Industrial	1992	23	10^6 m^3/yr
Total		113	10^6 m^3/yr
per caput	1992	85	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		3.9	%
Other withdrawal	1992	6	10^6 m^3/yr
Wasteweter:			
Produced	1990	10.5	10^6 m^3/yr
Treated	1994	0	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1992	20 216	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1992	1 381	ha
- surface irrigation		1992	218	ha
- sprinkler irrigation		1992	892	ha
- micro-irrigation		1992	271	ha
% of area irrigated from groundwater		1992	44.3	%
% of area irrigated from surface water		1992	55.7	%
% of equipped area actually irrigated		1992	100	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area		1992	6 500	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1992**	**7 881**	**ha**
- as a % of cultivated area		1992	2.4	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1992	14.2	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1991	1 400	t
as % of total grain production		1991	2.6	%
Harvested crops under irrigation (full or partial control)		1991	1 381	ha
- vegetables		1991	431	ha
- maize		1991	350	ha
- pasture and fodder		1991	220	ha
- citrus and other fruits		1991	180	ha
- other		1991	200	ha
Dreinege - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.11 km³ in 1992)

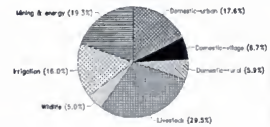


FIGURE 2
Origin of irrigation water, full and partial control (1992)

FIGURE 3
Irrigated crop areas under full or partial control (1989/90 season)

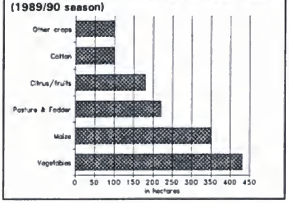
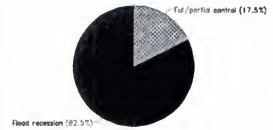


FIGURE 4
Distribution of the water managed areas (1992)



0.3 km³/year is bordering. The groundwater potential in the country is estimated to be 1.7 km³/year, but the extractable volume is only about 1 km³/year. Average recharge is estimated to be 3 mm/year, ranging from 40 mm in the north to zero in the west of the country. Total water abstraction in 1990 was 76 million m³ from some 15 000 tubewells, and is forecast to rise to 140 million m³ annually by the year 2020 (Figure 1). Saline water has been found in Maun Region. A pilot farm has been established for water re-use from Gaborone. In 1990, return flows were 10.5 million m³, and are expected to rise to 64.4 million m³/year in 2020.

IRRIGATION DEVELOPMENT

Total irrigation potential has been estimated at 39 300 ha, but, taking into account the water availability, it drops to about 20 000 ha, including flood recession cropping. The total water managed area is 7 881 ha, or 39% of the irrigation potential. Full or partial water control is provided on 1 381 ha, which is only 17% of the total water managed area. Of this, 612 ha (44%) is irrigated from groundwater and 769 ha (56%) from surface water, either by pumping from the Limpopo and other rivers or from storage reservoirs (Figure 2). The major irrigated crops are vegetables, maize, pasture and fodder crops, citrus and cotton (Figure 3). There are some 6 500 ha of flood recession cropping – *molapo* – around the Okavango and Chobe enclave, on which mostly maize and millet are planted (Figure 4).

Copyrighted material

FIGURE 5
Irrigation management, full or partial control (1992)

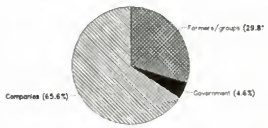
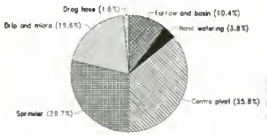


FIGURE 6
Irrigation techniques, full or partial control (1992)



Full and partial control irrigation techniques include 218 ha surface irrigation (53 ha hand watering; 143 ha furrow and basin; and 22 ha drag hose) and 1 163 ha under overhead irrigation (495 ha centre pivot; 397 ha sprinkler; and 271 ha under drip and micro-sprinkler) (Figure 5).

Future irrigation development is likely to be only on a very limited scale (2 335 ha), the main constraint being shortage of water and its high opportunity cost. There is also some potential for further development of the traditional molapo recession-cropping to as much as 10 000 ha.

There are four categories of farming in the Irrigation Subsector (Figure 6):

- Private irrigated farms owned and operated by individuals are the most numerous. Units range from 1 ha to over 100 ha, but with smaller sizes predominating. Farmers can apply for grants under the Financial Assistance Policy for capital works.

- Group schemes range up to 10 ha, and have been developed by Government and donor agencies to provide employment and boost local incomes. Groups consist of a number of farmers, but individuals have their own plots. Groups are provided with irrigation supply and equipment free of charge, and can raise soft loans for working capital and operation and maintenance.

- Institutional schemes are those owned and operated by Government organizations, such as Botswana Agricultural College, Department of Agricultural Research, the Brigades Movement, and Botswana Defence Force.

- Company-owned schemes include those owned and operated by the Botswana Development Corporation (BDC) and commercial companies. BDC schemes, which total 570 ha, are located in the Tuli Block, Mogobane and Kasane.

There are no irrigation water charges at present. The Ministry of Mineral Resources and Water Affairs has indicated that, in the future, government could provide dams and headworks while irrigation water users should cover the distribution costs.

Copyrighted material

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Responsibility for planning and implementation of irrigation development rests with the Ministry of Agriculture. The Director of Water Affairs is Registrar of the Water Apportionment Board, provides the Secretariat and acts as Technical Adviser to the Board. The Water Act and the Borehole Act, administered by the Board, require individuals or groups to apply for a right to use irrigation water.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Botswana accepts that food self-sufficiency is neither achievable nor sustainable. Its objectives are therefore to improve food security at both household and national levels by giving top priority to production systems and programmes which are sustainable, efficient in resources and environmentally compatible. Any proposed irrigation project must be shown to be economically viable and sustainable. Botswana faces a substantial shortfall in water supplies as competing uses and consequent high opportunity cost of water makes it uneconomic for irrigation. Any further large-scale irrigation is therefore doubtful.

Small-scale irrigation, growing high-value food crops for local markets, is taking place spontaneously under market forces, without promotion from Government. Such small-scale commercial farmers obtain their water supplies from wells and boreholes (as well as surface water in group schemes), for which there is government support in the form of grants under the Financial Assistance Policy.

There is also potential for further development of the traditional recession irrigation - *molapo* - farming, up to as much as 10 000 ha.

The National Water Master Plan considered the economics of water use for irrigation based on three scenarios, requiring progressively higher levels of government support from zero up to provision of free water, so as to achieve 20% of national grain requirements by 2020. Hence the area developed under irrigation over the next two decades will depend upon what the government can afford.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1991. Irrigation subsector review: Prospects and constraints. Report prepared by C. Chapman for project FAO TCP/BOT/0051, Assistance in irrigation development. Rome.

FAO. 1994. Project Findings and Recommendations. Terminal Report of UNDP/FAO project BOT/86/010, Water conservation facilities and irrigation development. Rome.

Gieske, A., & Gould, J. (eds) 1994. *Proceedings of the Integrated Water Resources Management Workshop 1994.* Kanye, Gaborone, 17-18 March 1994. Published by the Dept. of Environmental Science and Geology, Univ. of Botswana, Gaborone, with SIDA funding.

Copyrighted material

Ministry of Mineral Resources and Water Affairs, Department of Water Affairs. 1992. Botswana National Water Plan Study. Prepared by SMEC/KPB/SGAB.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]/AIDAB [Australian International Development Assistance Bureau]. 1992. *Regional Irrigation Development Strategy. Country Report: Botswana.* Harare.

VIAK. 1987. Small dams construction. Report prepared for project BOT/85/C01.

Copyrighted material

BURKINA FASO

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Burkina Faso est un pays enclavé de l'Afrique de l'Ouest ayant une superficie totale de 274 000 km^2. La superficie cultivable s'élève à 9 millions d'hectares, soit 33% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à 3,7 millions d'hectares, soit 13% de la superficie totale et 41% de la superficie cultivable.

La population était estimée à quelque 10 millions d'habitants en 1994 et est à 86% rurale. La densité de population est de 37 hab./km^2, mais elle varie d'une région à l'autre entre 16 et 64 hab./km^2. Le taux annuel de croissance démographique est estimé à 2,7%. Le secteur agricole représente environ 50% du PNB.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	27 400 000	ha
Superficie cultivable	1992	9 000 000	ha
Superficie cultivée	1992	3 688 000	ha
Population totale	1994	10 046 000	hab.
Densité de population	1994	37	hab./km^2
Population rurale	1992	86	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	47	%
Population rurale	1990	47	%

Climat et ressources en eau

Les précipitations varient entre 1 300 mm/an au sud-ouest et 300 mm/an au nord. La durée de la saison des pluies est d'environ six mois au sud et trois mois au nord. Juillet et août sont les mois les plus humides. En dehors de ces deux mois, les averses, rares, sont généralement violentes avec de fortes intensités (plus de 60 mm/h) accompagnées de forts coups de vent. La moyenne des températures varie selon les saisons entre 27° et 30°C au sud et 22° et 33°C au nord.

Les ressources en eau de surface sont estimées à 8 km^3/an. Le réseau hydrographique se répartit en trois bassins principaux: le bassin de la Volta au centre-ouest, qui couvre les deux tiers du pays, le bassin de la Comoé au sud-ouest et le bassin du Niger au nord-est et à l'est. A l'exception de celles du sud-ouest du pays, toutes les rivières du Burkina Faso sont temporaires. Le volume total des ressources en eau souterraine renouvelables est de l'ordre de 9,5 km^3/an.

En 1992, les prélèvements en eau étaient de 0,38 km^3 (figure 1). Les prélèvements en eau pour l'irrigation, estimés à 0,233 km^3, ne concernent probablement que la superficie irriguée en maîtrise totale/partielle et les bas-fonds améliorés, soit 24 330 ha.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		844	mm/an
		231,4	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		17,5	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	1 742	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		17,5	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages	1994	4,3	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1992	303	10^6 m^3/an
- Collectivités	1992	73	10^6 m^3/an
- Industrie	1992	0	10^6 m^3/an
Total		376	10^6 m^3/an
par habitant	1992	40	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		2,1	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1989	164 460	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1992	15 430	ha
- irrigation de surface		1992	11 530	ha
- irrigation par aspersion		1992	3 900	ha
- micro-irrigation		1992	0	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1992	100	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1992	8 900	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1992	21 400	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1992**	**45 730**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1992	1,2	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1992	11,7	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha	1992	7 980	ha
Moyens périmètres		1992	0	ha
Petits périmètres	< - ha	1992	7 450	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1992	80 000	t
en % de la production totale de céréales		1992	3,2	%
Cultures irriguées		1992	45 730	ha
- riz		1992	30 900	ha
- maraîchage		1992	5 480	ha
- sorgho		1992	4 000	ha
- canne à sucre		1992	3 900	ha
- autres		1992	1 450	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les terres irrigables, localisées le long des principaux cours d'eau, sont estimées à environ 160 000 ha, soit 2% des surfaces cultivables. Cette estimation du potentiel, qu'on trouve dans la littérature, ne tient pas compte des zones d'aménagement de sites anti-érosifs, souvent mentionnées parmi les systèmes de mobilisation de l'eau au Burkina Faso.

En 1991, la superficie totale avec contrôle de l'eau était estimée à 45 730 ha:

- Maîtrise totale/partielle: 15 430 ha
- Bas-fonds équipés: 8 900 ha
- Autres bas-fonds cultivés: 21 400 ha.

Une typologie des superficies avec contrôle de l'eau au Burkina Faso est présentée au Tableau 4, et dans les figures 2 et 3.

Les bas-fonds améliorés regroupent sous cette dénomination une grande variété de modes d'aménagement. Sur les 8 900 ha de bas-fonds équipés, 1 640 ha bénéficient d'un équipement important, tandis que 7 260 ha

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,376 km³ en 1992)

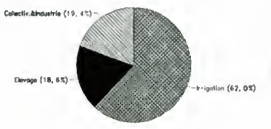


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1992)

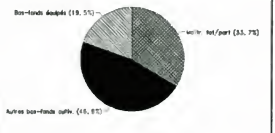


TABLEAU 4
La typologie des superficies avec contrôle de l'eau

Typologie des périmètres	Origine de l'eau d'irrigation	Principales cultures	Mode de gestion	Superficie (ha)	Partie
Maîtrise totale/partielle :					
Grands périmètres:				7 980	18%
Sucrier	Aspersion	Canne à sucre	Administration	3 900	
AMVS*, DI, G-L	Pompage	Riz/Maïs/Maraîchage	Administration	1 470	
Kou, Banzon, Karfiguéla	Dérivation	Riz/Maïs/Maraîchage	Administration	2 160	
Douna	Barrage de 55 × 10^6 m^3	Riz/Maïs/Maraîchage	Administration	450	
Petits périmètres à l'aval de barrages (ONBAH**)	Barrage	Riz/Maïs/Sorgho/ Maraîchage	Administration	2 450	5%
Petite irrigation informelle et privée	Puits/Périphérie grands périmètres amont barrages	Maraîchage/Fruitiers	Privé	5 000	11%
Bas-fonds:					
Bas-fonds améliorés (isohyète > 1 000 mm)	Crues et eaux de ruissellement	Riz	Administration + groupement, ou ONG	8 900	19%
Bas-fonds simples (isohyète < 1 000 mm)	Crues et eaux de ruissellement	Riz	Communautés villageoises	21 400	47%
Total				45 730	100%

* Autorité pour la mise en valeur de la vallée de Sourou.
** Office national des barrages et des aménagements hydro-agricoles.

Copyrighted material

ont un équipement plus sommaire. Les bas-fonds simples représentent une superficie de 21 400 ha et sont souvent mentionnés sous la dénomination "riziculture traditionnelle".

Les zones équipées en sites anti-érosifs représentent environ 75 000 ha. Il s'agit principalement de terrains sur lesquels sont construites des terrasses en pierres ou des diguettes suivant les courbes de niveau pour améliorer la conservation de l'eau dans le sol.

Le riz occupe presque 68% des superficies avec contrôle de l'eau (figure 4).

Les intensités culturales varient en fonction du niveau de maîtrise de l'eau et du type de gestion des périmètres:

- 170% (max 200%) pour les superficies équipées avec une maîtrise totale de l'eau,
- 150% sur les aménagements en aval des barrages où l'eau est généralement disponible en contre-saison,
- 100% dans les bas-fonds améliorés,
- 50% dans les bas-fonds simples.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/ partielle (1992)

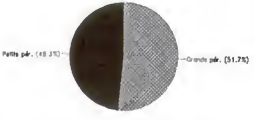
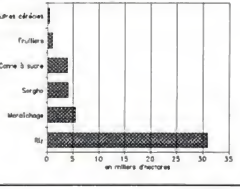


FIGURE 4
Cultures irriguées (1992)



Les coûts d'aménagement varient énormément en fonction du type de périmètre et de la technique d'irrigation. Ils varient entre 15 000 et 22 000 $EU/ha pour la maîtrise totale. Les coûts d'aménagement des bas-fonds ("bas-fonds améliorés") varient entre 2 000 et 6 000 $EU/ha.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les institutions intervenant dans le développement de l'irrigation sont:

- le Ministère de l'eau, chargé des ressources hydrauliques, avec quatre institutions sous sa tutelle:
  - l'Autorité de la mise en valeur du Sourou (AMVS);
  - la Maîtrise d'ouvrage de Bagré (MOB);
  - l'Office national des barrages et aménagements hydro-agricoles (ONBAH);
  - le Fonds de l'eau et de l'équipement rural (FEER).
- le Ministère de l'agriculture et de l'élevage:
  - les Centres régionaux de production agro-pastorale (CRPA).

Copyrighted material

- le Ministère chargé de l'organisation du monde rural.

Les principaux textes de base qui régissent le fonctionnement des aménagements hydro-agricoles sont:

- les textes portant réorganisation agraire et foncière (RAF);
- les textes portant statut général des groupements précoopératifs et sociétés coopératives;
- le cahier des charges sur l'exploitation des périmètres hydro-agricoles, des terres aménagées pour les cultures pluviales et des terres pastorales aménagées.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Le Burkina Faso a récemment préparé une note de politique d'hydraulique agricole qui fait le point sur l'irrigation dans le pays et propose une stratégie pour son développement futur. Le document met l'accent sur la nécessité d'améliorer la gestion des aménagements existants en maîtrise totale, tout en continuant le programme d'investissement dans ce domaine. La riziculture est et restera la culture de prédilection pour les périmètres planifiés par l'Etat lorsque les sols le permettent. Dans le sud-ouest, l'aménagement des bas-fonds pour la riziculture reste une priorité, alors qu'au nord de l'isohyète des 1 000 mm, les aménagements de type conservation des sols seront privilégiés. Parallèlement, on note un développement considérable de l'irrigation privée dans la périphérie des agglomérations où le maraîchage et l'arboriculture fruitière valorisent particulièrement bien l'eau.

La sécurisation foncière, objet de la RAF, est considérée comme un enjeu majeur pour une meilleure gestion des périmètres, en parallèle avec un transfert progressif des responsabilités aux groupements de producteurs.

Enfin, la collaboration entre le Ministère de l'eau, chargé de réaliser les aménagements, et le Ministère de l'agriculture et des ressources animales, chargé de leur exploitation, est vue comme une clé du succès de l'irrigation dans le pays.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. 1987. Projet BKF/86/012. Aménagements hydro-agricoles: rapport sectoriel préparé par A. Chiguer. Mission de programmation du 4ème cycle PNUD en matière de développement rural (1987-1991). Ouagadougou.

FAO. 1989. Burkina Faso: Irrigation sector review desk study. FAO/World bank Cooperative Programme. Report No. 28/89 CP-BKF 22 SR. Rome.

FAO. 1993. Note de politique d'hydraulique agricole. Préparé pour le Ministère de l'eau et le Ministère de l'agriculture et des ressources animales, avec l'assistance de FAO dans le cadre du projet TCP/BKF/1353. Ougadougou.

Hibraïm, A. 1993. L'irrigation au Burkina Faso: Historique, situation, perspectives. Contribution au séminaire-atelier: Quel environnement pour le développement de l'irrigation au Burkina Faso? Ouagadougou, 1-3 février 1993. Ministère de l'eau, Ougadougou.

Copyrighted material

Ministère de l'eau et Ministère de la coopération des Pays-Bas. 1989. Etude du bilan d'eau au Burkina Faso. Rapport intermédiaire de la deuxième phase 1987-90. Tome II: Inventaire des ressources en eau. Ougadougou.

Ministère de l'eau et Ministère de la coopération des Pays-Bas. 1991. Etude du bilan d'eau au Burkina Faso. Etude du schéma directeur d'approvisionnement en eau potable du Burkina Faso (1990-2005). Version définitive. Tome I: Rapport national. Ougadougou.

Copyrighted material

BURUNDI

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Burundi, petit pays enclavé dans l'est de l'Afrique centrale, au bord du lac Tanganyika, a une superficie totale de 27 834 km². La superficie cultivable est évaluée à 1,4 million d'hectares, soit 50% de la superficie totale du pays. La superficie cultivée représentait 800 000 ha en 1992 dont 90% en cultures vivrières. La superficie cultivée représente donc 57% de la superficie cultivable et 29% de la superficie totale.

La population totale était estimée à 6,2 millions d'habitants en 1994 et est rurale à 95%. La densité est de 223 hab./km². Plus de 80% de la population vit de l'agriculture et le secteur primaire contribue pour 50% à la formation du PIB et correspond à 80% des recettes d'exportation.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	2 783 400 ha
Superficie cultivable	1991	1 400 000 ha
Superficie cultivée	1992	800 000 ha
Population totale	1994	6 209 000 hab.
Densité de population	1994	223 hab./km²
Population rurale	1990	95 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1990	92 %
Population rurale	1990	43 %

Climat et ressources en eau

Le Burundi jouit d'un climat tropical d'altitude avec des nuances selon les régions:

- les plaines de l'Imbo à l'ouest sont chaudes et sèches (altitude comprise entre 775 et 1 000 m, précipitations inférieures à 1 000 mm/an, température moyenne comprise entre 20° et 23°C),
- la chaîne de la Kibira, qui va du nord au centre du pays, est fraîche et très arrosée (altitude supérieure à 2 000 m, précipitations supérieures à 1 500 mm/an, température moyenne inférieure à 15° C),
- les plateaux à l'est et au sud-est du pays sont tempérés (altitude comprise entre 1 000 et 2 000 m, précipitations variant de 1 300 à 1 600 mm/an et température moyenne comprise entre 17° et 20°C).

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 139	mm/an
		31,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		3,6	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	579	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		3,6	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	64	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	36	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	0	10^6 m^3/an
Total		100	10^6 m^3/an
par habitant	1987	20	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		2,8	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

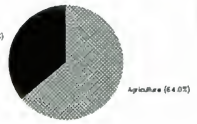
Potentiel d'irrigation		1985	185 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1985	14 400	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1985	60 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'aeu (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1985**	**74 400**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1985	9,3	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
- riz			-	ha
- canne à sucre			-	ha
- patate douce			-	ha
- sorgho			-	ha
- palmier à huile			-	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

On distingue quatre saisons: une grande saison des pluies de mars à mai, une saison sèche de juin à septembre, une petite saison des pluies d'octobre à février, et un ralentissement des précipitations en janvier-février qui conduit à parler d'une petite saison sèche. La pluviométrie moyenne est évaluée à 1 139 mm/an.

Deux grands bassins hydrologiques se partagent le Burundi: le bassin du lac Tanganyika, à l'ouest du pays, et le bassin du Nil à l'est et au nord du pays. Les ressources en eau produites à l'intérieur du pays sont estimées à 3,6 km^3/an.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,1 km^3 en 1987)



Les prélèvements en eau sont estimés à 0,1 km^3/an (figure 1), mais les prélèvements agricoles (0,064 km^3), même s'ils ne se réfèrent qu'à la superficie équipée en maîtrise totale et partielle, paraissent sous-estimés.

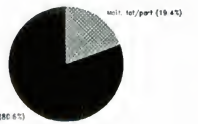
DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel pour l'irrigation au Burundi est évalué à 185 000 ha, qui se décompose en 75 000 ha d'irrigation en maîtrise totale et partielle principalement dans les grandes plaines de l'Imbo et la dépression du Mosso, 20 000 ha d'irrigation en maîtrise totale et partielle sur de plus petites surfaces au pied des collines, 60 000 ha de marais déjà cultivés et 30 000 ha de marais qui étaient encore disponibles en 1985. D'autres estimations donnent un chiffre total pour les marais et les bas-fonds de 110 000 à 120 000 ha sans préciser si ceux-ci sont cultivés ou non.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 74 400 ha (figure 2).

La superficie équipée en maîtrise totale et partielle est évaluée à 14 400 ha en 1985. Ces superficies équipées sont localisées principalement dans la plaine de l'Imbo et dans le Mosso. On recense entre autres 1 000 ha équipés pour l'irrigation du palmier à huile dans l'Imbo-sud, 2 000 ha de rizières irriguées au sein du projet Est-Mpanda et 1 400 ha de canne à sucre au Mosso sud.

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1995)



La superficie de marais et des bas-fonds cultivés est estimée à 60 000 ha, parmi lesquels un fort pourcentage a été équipé pour une amélioration des conditions de drainage et d'irrigation. Nous ne disposons malheureusement pas de chiffres relatifs à ces marais et bas-fonds équipés. Parmi les 60 000 ha de marais cultivés, tous le sont en saison sèche,

Copyrighted material

principalement en patate douce et en sorgho. Par contre, on ne recensait en 1991 que 10 000 ha de ces marais cultivés en riz en saison des pluies.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

La Direction générale de l'aménagement du territoire, des eaux et des forêts du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, ainsi que la Direction du génie rural, sont les deux directions compétentes en matière d'irrigation et d'aménagement.

Un code de l'eau était en cours de préparation en 1992.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La mise en valeur des marais est la priorité en matière d'irrigation au Burundi et la mise en culture des 30 000 ha de marais et de bas-fonds non encore cultivés devrait être réalisée dans un futur proche vu l'importance de la population rurale. De nombreuses expériences d'équipement des marais et des bas-fonds ont été menées dans les années 80. Une approche globale de l'aménagement de ces marais est en cours avec la définition d'un schéma directeur de l'aménagement des marais et l'inventaire des marais.

Le développement de ces aménagements pourra être pérennisé avec une amélioration du cadre foncier qui est actuellement en cours avec la préparation d'un code rural. De même le projet de loi sur l'eau devrait permettre de clarifier les droits et les devoirs des usagers.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. Burundi. Private sector development in agriculture. Report 9686-BU. Washington DC.

FAO. 1989. Burundi. Projet d'aménagement et de mise en valeur des marais à Karuzi. Rapport de formulation. FAO Centre d'investissement Programme de coopération FAO/FENU. Rapport 84/89 CDF-BDI 16. Rome.

FAO. 1992. Programme de gestion des ressources naturelles et de l'environnement, Mission de pré-préparation. FAO/DDC rapport 25/92 CP-BDI 25. Rome.

FAO. 1992. Projet de loi sur l'eau. Rapport préparé par J. Sironneau. Rome.

PNUD/FAO. 1985. La mise en valeur hydro-agricole au Burundi. Etat actuel et stratégie pour l'avenir. Rapport préparé par N. Van Leeuwen. Rome.

Copyrighted material

CAMEROUN

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Cameroun couvre une étendue de 475 440 km^2 entre le lac Tchad au nord et l'océan Atlantique au sud. La superficie cultivée en cultures annuelles recensée en 1984 était de 1,2 million d'hectares, soit 2,6% de la superficie totale.

La population totale en 1994 était estimée à 12,8 millions d'habitants à 53% rurale. La densité moyenne de la population est de 27 hab./km^2, mais varie entre 1 hab./km^2 vers le sud-est du pays à plus de 200 hab./km^2 en pays Bamiléké et dans l'Extrême-Nord.

Le secteur agricole emploie plus de 75% de la population active, contribue à la formation du PIB à concurrence de 25%, représente 40% des exportations totales et génère environ 45% des recettes en devises.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	47 544 000	ha
Superficie cultivable		-	ha
Superficie cultivée	1984	1 200 000	ha
Population totale	1994	12 871 000	hab.
Densité de population	1994	27	hab./km^2
Population rurale	1990	53	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	42	%
Population rurale	1990	45	%

Climat et ressources en eau

Du fait de sa situation géographique, le Cameroun offre une grande variété de climats. On distingue généralement trois grandes zones écologiques:

- les savanes sèches des provinces du Nord et de l'Extrême-Nord, où la saison sèche dure de six à neuf mois et où la pluviométrie varie entre 350 et 1 000 mm/an, la pluie tombant surtout de juillet à septembre. Le climat est de type soudano-sahélien dans l'Extrême-Nord et soudanien au Nord;

- les savanes humides sur les hauts plateaux de l'Ouest et de Bamenda qui se situent à plus de 1 000 m d'altitude; la pluviométrie y varie entre 1 000 et 2 000 mm/an. Le climat y est de type tropical avec des écarts saisonniers de température allant jusqu'à 10°C;

- la forêt dense et humide du sud du pays qui couvre environ 40% du territoire, où la pluviométrie atteint dans certains endroits son maximum: 3 900 mm/an à Douala, voire

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 595	mm/an
		758	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes - totales		268	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes - par habitant	1994	20 822	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		268	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	140	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	184	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	76	10^6 m^3/an
Total		400	10^6 m^3/an
par habitant	1987	31	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,15	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation	1985	240 000	ha
Irrigation:			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1987	20 970	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	**1987**	**20 970**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée	1987	1,7	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		-	%
- Partie irriguée par pompage		-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle: Critère			
Grands périmètres > - ha		-	ha
Périmètres moyens		-	ha
Petits périmètres < - ha		-	ha
Nombre total de ménages		-	
Cultures irriguées:			
Production totale de céréales irriguées		-	t
en % de la production totale de céréales		-	%
Cultures irriguées		-	ha
- riz		-	ha
- maraîchage		-	ha
- bananeraies		-	ha
Drainage - Environnement:			
Superficie drainée		-	ha
en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha

Copyrighted material

plus de 8 000 mm sur les pentes du mont Cameroun qui culmine à 4 070 m d'altitude. Le climat y est de type équatorial humide avec une saison des pluies marquée d'avril à octobre et une saison moins pluvieuse de novembre à fin mars. Dans certaines zones, la saison des pluies peut comporter deux pics de pluviométrie au début et à la fin, ce qui laisse la place pour une deuxième saison moins humide de juin à août. La pluviométrie moyenne sur le territoire est de 1 595 mm/an.

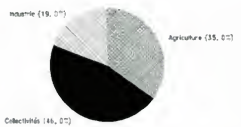
Le système hydrographique peut être divisé en quatre sous-systèmes:

- le Logone et ses affluents drainent l'Extrême-Nord du pays vers le lac Tchad,
- la Bénoué et ses affluents dont les principaux sont le Faro, le Mandara, l'Atlantika et le Mayo Kébi drainent le Nord du pays vers le fleuve Niger,
- les fleuves Kadeï et Ngoko drainent le Sud-Est du pays vers le fleuve Zaïre,
- les bassins côtiers drainent le Centre et l'Ouest du pays directement dans l'Atlantique. Les principaux fleuves sont la Sanaga, mais aussi le Nyong, le Ntem, le Mungo et le Wouri.

Les ressources en eau renouvelables n'ont pas fait l'objet d'une évaluation détaillée. Elles sont estimées à environ 268 km^3/an.

Les prélèvements totaux étaient estimés à 0,7 km^3 en 1987 (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,7 km^3 en 1987)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel pour l'irrigation est évalué à 240 000 ha.

La superficie avec contrôle de l'eau était évaluée à 20 970 ha en 1987, ce qui correspond à la superficie équipée en maîtrise totale/partielle. Plusieurs composantes entrent en compte dans ce total:

- les périmètres de la Société d'expansion et de modernisation de la riziculture de Yagoua (SEMRY), situés dans la province de l'Extrême-Nord, totalisaient une superficie de 13 820 ha en 1987. L'eau du Logone, le fleuve frontalier, est ainsi utilisée pour permettre deux cultures de riz par an. Les rendements sont très élevés puisqu'ils ont atteint plus de 5 t/ha en 1983;
- des périmètres dans les provinces à l'ouest du pays pour une superficie de 3 200 ha, dont 800 ha de bananeraies;
- des périmètres disséminés à travers le territoire pour une superficie totale évaluée à 3 950 ha. Ces superficies sont irriguées à partir de prises au fil de l'eau ou avec de petites pompes qui prennent l'eau dans les rivières. Les cultures irriguées sont

Copyrighted material

principalement des cultures maraîchères, comme l'oignon, les légumes, mais on trouve aussi du riz.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

L'exploitation des eaux souterraines est confiée à la Direction nationale du génie rural et de l'hydraulique villageoise pour le secteur rural, et à la Société nationale des eaux du Cameroun (SNEC) pour le secteur urbain.

Le Ministère des mines, de l'eau et de l'énergie est chargé de veiller à la prospection et à l'exploitation rationnelle des ressources naturelles en minerais, en eau et en énergie. Il est donc chargé de la recherche et de l'exploitation des eaux, et de la conception et de l'exécution de la politique d'assainissement.

Le Ministère de l'agriculture est officiellement responsable de l'élaboration et de la réalisation des programmes gouvernementaux relatifs à l'agriculture. Il est aussi responsable de l'animation rurale, du développement communautaire et du génie rural.

La SEMRY est le principal organisme para-étatique responsable de l'irrigation.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Le développement de l'irrigation apparait comme une priorité dans le secteur agricole pour les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord où la faible pluviométrie et les sécheresses constituent une contrainte majeure à la mise en valeur agricole. L'importance du sorgho de décrue (dont les surfaces ne sont malheureusement pas recensées) témoigne de la recherche paysanne d'un contrôle de l'eau pour permettre de mener à la récolte les différentes cultures.

Par ailleurs, l'irrigation constitue une possibilité intéressante de doubler (dans le temps) les superficies cultivées dans les zones à forte concentration humaine, comme dans les provinces de l'Extrême-Nord ou en pays Bamiléké, ou de permettre l'installation dans des zones moins peuplées de paysans venant de zones à très forte densité.

La SEMRY, qui s'est développée dans les années 70 avec pour principal objectif la création d'une filière nationale de production de riz, et l'équipement prévu dans les années 80 de 5 000 ha pour l'irrigation en aval du barrage de Lagdo dans la province du Nord en sont de bons exemples.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1989. Cameroon. Agricultural sector report. Report 7486-CAM [2 vols.]. Washington DC.

FAO. 1990. Cameroun. Mission d'identification générale de projets agricoles. FAO/DDC rapport 103/90 AF-CMR 29. Rome.

Jeune Afrique. 1980. *United Republic of Cameroon: Atlas.*

Copyrighted material

CAP-VERT

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Cap-Vert est constitué de 13 îles situées dans l'océan Atlantique, à 600 km des côtes du Sénégal, et couvre une superficie totale de 4 030 km^2.

La superficie des terres cultivées ne s'élève qu'à 37 000 ha, soit 9% de la superficie totale. La population totale était estimée à 381 000 habitants en 1994. Elle est à 71% rurale. La densité de population est de 95 hab./km^2, mais varie entre 5 sur Boavista et 225 hab./km^2 sur São Vicente. La croissance démographique de la population capverdienne est de 2,7%, mais la croissance de la population résidente (constituée de plus de 54% de femmes) est de 1,5%, l'émigration étant très importante.

Le secteur agricole représentait 9,2% du PIB au cours de la décade 1980-90, et concerne 50% de la population totale. Les trois quarts de la population agricole exercent une activité complémentaire.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1992	403 000 ha
Superficie cultivable		- ha
Superficie cultivée	1990	37 000 ha
Population totale	1994	381 000 hab.
Densité de population	1994	95 hab./km^2
Population rurale	1990	71 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1990	98 %
Population rurale	1990	45 %

Climat et ressources en eau

L'archipel, dont neuf îles seulement sont habitées, peut être séparé en deux: le groupe des îles au vent (au nord) et le groupe des îles sous le vent (au sud), dont le climat est beaucoup plus sec. Le climat est de type tropical sec avec une précipitation moyenne annuelle de 60 mm sur les îles basses et de 240 à 500 mm sur les îles montagneuses, la quantité variant avec l'altitude et l'exposition. La pluie est concentrée sur les mois de juillet à novembre, mais les versants exposés au nord-est bénéficient de novembre à mars de l'humidité des alizés.

Les ressources en eau de surface sont estimées à 180 millions de mètres cubes par an, mais ce sont surtout les ressources en eaux souterraines (120 millions de mètres cubes/an) qui sont utilisées. L'équipement d'exhaure permettrait au mieux de mobiliser chaque année

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		228	mm/an
		0,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		0,3	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	787	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		0,3	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages	1985	0	km^3
Eau désalinisée	1990	2	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1990	22,6	10^6 m^3/an
- Collectivités	1990	2,7	10^6 m^3/an
- Industrie	1990	0,5	10^6 m^3/an
Total		25,8	10^6 m^3/an
par habitant	1990	70	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		8,6	%
Autres prélèvements	1990	0	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1988	2 987	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1988	2 779	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1988	65	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**1988**	**2 779**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1988	7,5	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		1978-1988	1,2	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages		1993	7 359	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1985	100	t
en % de la production totale de céréales		1985	2,5	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)		1985	2 307	ha
- canne à sucre		1985	1 022	ha
- tubercules		1985	653	ha
- fleurs		1985	293	ha
- fruits		1985	239	ha
- autres		1985	100	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,026 km³ en 1990)

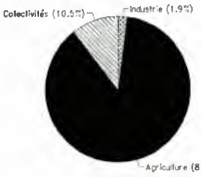
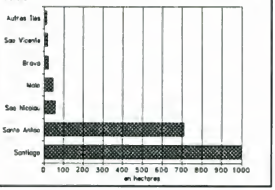


FIGURE 2
Localisation des surfaces réellement irriguées en 1985



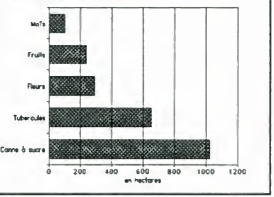
35 millions de mètres cubes, mais seuls 24 à 25 millions de mètres cubes (dont 22 à 23 pour l'irrigation) sont réellement extraits selon les années.

La mobilisation des eaux peut se faire par trois types:

- sources (2 300 recensées, aménagées ou non) par captage, galeries creusées horizontalement dans les basaltes et drains, ou captages alluviaux;
- puits (1 100 exploités);
- forages (200 exploités).

La désalinisation de l'eau est réalisée dans les îles où les ressources souterraines sont les plus faibles. Sur l'île de São Vicente, la ville de Mindelo, seconde ville du pays, est approvisionnée en eau uniquement à partir d'une usine de désalinisation. L'eau désalinisée constitue globalement une ressource importante: environ 2 millions de mètres cubes viennent ainsi s'ajouter aux 24 millions de mètres cubes d'eaux souterraines qui sont utilisés chaque année (figure 1).

FIGURE 3
Cultures irriguées (1985)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les terres irriguées (2 780 ha équipés pour une irrigation en maîtrise totale/partielle, mais seulement 1 800 ha irrigués en moyenne), dont la propriété était répartie entre 7 359 personnes en 1993, représentent moins de 5% de la surface cultivée au Cap-Vert. Elles sont concentrées principalement sur les îles de Santiago et Santo Antão (figure 2), mais apportent une valeur ajoutée très importante car l'irrigation seule permet la mise en place des cultures exigeantes en eau, comme la canne à sucre, la banane, le maraîchage ou les fleurs (figure 3). L'eau d'irrigation vient des captages, des puits et des forages (figure 4).

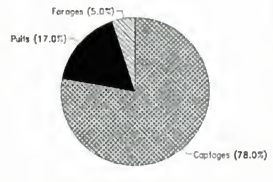
Les possibilités d'irrigation dans chaque île varient fortement suivant les zones et les expositions:

Copyrighted material

- Dans les ribeiras du nord-est, la majorité de l'irrigation est l'irrigation de surface, à partir de captages de sources ou de galeries horizontales. Presque toutes les terres irrigables y sont actuellement équipées pour l'irrigation. La consommation d'eau est importante, aucun stockage n'étant réalisé, aucune technique d'économie d'eau n'étant développée.

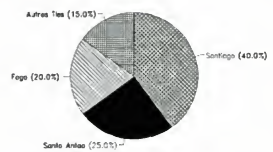
- Dans les vallées orientées sud-sud-ouest, la ressource en eau est très rare et impose une agriculture où l'irrigation est parfaitement gérée et économe en eau.

FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation



C'est dans cette dernière zone que des programmes de développement de l'irrigation à partir des ressources souterraines ont été projetés (forages, drains, captages alluviaux) (figure 5). Mais ces programmes rentraient en concurrence avec les programmes d'approvisionnement en eau potable. Aussi ont-ils été réduits.

FIGURE 5
Localisation du potentiel de développement de l'irrigation (superficies déjà irriguées non incluses).
Source: Rapport SCET-AGRI 1981



Sur la majeure partie des périmètres, l'eau est gratuite, ce qui n'incite pas à une économie de l'eau. Cependant, contrairement aux périmètres irrigués à partir de puits, de drains ou de captages de source, l'eau des forages n'est pas gratuite: elle coûte environ 0,12 $EU/m^3, ce qui ne couvre pas les frais d'exhaure et d'entretien, mais permet de limiter la surconsommation et le gaspillage.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les autorités compétentes sont:

- Le Conseil national interministériel de l'eau (CNAG – Conselho nacional de aguas) présidé par le Ministre de la pêche, de l'agriculture et de l'animation rurale (MPAAR). Il est chargé de coordonner les actions menées dans le cadre de la planification de la gestion de l'eau.

- L'Institut national de gestion des ressources hydrauliques (INGRH – Instituto nacional de gestão de recursos hidricos) qui est l'entité exécutive du CNAG. Il est chargé:

  - d'étudier la distribution et la valorisation des ressources en eau;
  - de réglementer l'utilisation des ressources en eau;
  - de définir les normes de gestion des ressources, et les normes de qualité des eaux;

Copyrighted material

- de réaliser les études hydrologiques et hydrogéologiques pour la mise en exploitation des ressources en eau.

- L'Institut national de génie rural et forestier (INERF). Il est chargé de préparer et d'exécuter des projets d'infrastructures rurales, d'hydraulique rurale, de conservation des sols et des eaux.

- L'Institut national de recherche et de développement agraire. Il est chargé de la collecte des données climatologiques et hydrologiques.

Il existe un Code de l'eau (loi N° 41/11 de 1984) qui définit le rôle de l'Etat et les modes d'administration et d'utilisation de l'eau. D'après ce code, l'Etat est seul compétent pour prospecter, capter, exploiter les ressources en eau, mais peut déléguer cette compétence à des personnes ou collectivités. L'exploitation de l'eau est soumise à un régime de licences et de concessions.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

L'évaluation des superficies potentiellement irrigables montre une diminution sensible au cours des dernières années (3 350 ha en 1985 et 2 987 ha en 1988). Avec l'accroissement de la population et des besoins en eau potable, l'objectif affiché est désormais une rationalisation de l'irrigation pour diminuer les pressions sur les ressources du pays. Exploiter le plus rationnellement possible les 1 788 ha déjà irrigués en 1988 et mieux maîtriser l'irrigation sur les 1 000 ha équipés mais non irrigués en 1988 par des techniques de captage, de stockage, et d'arrosage plus économes en eau, sont les axes actuels du développement de l'irrigation.

Les projets de conservation des eaux et des sols, qui concernent 43% des terres, permettent de freiner les pertes en sols et de capter les eaux de pluie, étalant ainsi la disponibilité en eau et économisant la ressource.

Pour mieux satisfaire l'approvisionnement en eau potable, un mouvement de décentralisation est engagé, avec la responsabilité de la distribution de l'eau potable qui peut être transférée de l'INGRH vers les municipalités.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

CILSS [Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel]. 1989. Etude sur l'amélioration des cultures irriguées au Cap-Vert. Rapport de synthèse. Ougadougou.

FAO. 1994. Programme d'hydraulique agricole, Rapport d'identification. Cap-Vert. FAO/CI rapport 18/94 ADB/CVI 9. Rome.

Ministério de desenvolvimento rural e pescas. 1986. Documento de apresentação do plano sectorial do desenvolvimento rural.

Copyrighted material

PNUD/CNAG [Conselho nacional de aguas]. 1993. Schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau (1993-2005). Rapport préparé par le projet CVI/81/001, Assistance à la JRH.

PNUD/FAO. 1993. Esquisse d'un programme d'action national pour l'agriculture irriguée. INGRH [Instituto nacional de gestão de recursos hidricos].

Copyrighted material

COMORES

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

L'archipel des Comores, situé à mi-distance de Madagascar et du continent africain, est constitué de quatre îles principales disposées sur 250 km d'est en ouest (Mayotte, Anjouan, Mohéli, et Grande-Comore) et d'un certain nombre de petites îles. L'île de Mayotte, qui fait partie de l'archipel, est sous administration française et ne fait pas partie de la République fédérale islamique des Comores. La superficie totale du pays (sans Mayotte) est de 1 861 km^2. La superficie cultivée est estimée à 78 100 ha, soit 42% de la superficie totale.

La population était estimée à 446 817 habitants en 1991; elle est à 72% rurale. Le taux de croissance de la population est évalué à 3,3%. La densité est de 240 hab./km^2, mais varie approximativement entre 84 hab./km^2 à Mohéli, 233 dans la Grande-Comore, et plus de 445 à Anjouan.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	186 100 ha
Superficie cultivable		- ha
Superficie cultivée	1991	78 100 ha
Population totale	1991	446 817 hab.
Densité de population	1991	240 hab./km^2
Population rurale	1991	72 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1994	11 %
Population rurale	1994	61 %

L'agriculture est le secteur économique le plus important des Comores puisqu'il occupe plus de 80% de la population active et est le seul moyen de subsistance de la moitié des ménages. Le secteur agricole contribue à la formation du PIB à concurrence de 42% et assure la quasi-totalité des recettes d'exportation (98%) avec la vanille, l'ylang-ylang et la girofle.

Climat et ressources en eau

Le climat sur l'archipel des Comores est de type tropical humide insulaire, avec une saison des pluies chaude et humide de novembre à avril régie par la mousson du nord-ouest, et une saison relativement plus sèche et fraîche de mai à octobre dominée par les alizés du sud-est. Les précipitations sont très variables: si la moyenne est de 900 mm/an, les précipitations peuvent atteindre 6 000 mm/an. En effet, le relief accidenté (le sommet de l'une des îles à 2 361 m est à moins de 10 km de la mer) et l'effet d'écran qu'il produit sont à l'origine de la formation de microclimats très différents et de variations considérables d'un point à l'autre de l'archipel.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		900	mm/an
		1,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		1,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1991	2 283	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		1,0	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture		-	10^6 m^3/an
- Collectivités		-	10^6 m^3/an
- Industrie		-	10^6 m^3/an
Total		-	10^6 m^3/an
par habitant		-	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		-	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'Irrigation		1973	303	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1987	130	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1987**	**130**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1987	0,2	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
- riz			-	ha
- maraichage			-	ha
- canne à sucre			-	ha
- basilic			-	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

Par suite de la très grande perméabilité de ses sols, l'île de Grande-Comore est dépourvue de cours d'eau permanents et son réseau hydrographique se limite à quelques torrents temporaires au sud-est de l'île. Quelques sources (cinq) sont aménagées, mais la principale ressource exploitée est la nappe de base jusqu'à la cote 60-100 m. Sur les deux autres îles principales, le sol partiellement imperméable permet, avec des précipitations fortes, d'alimenter de nombreux cours d'eau pérennes à caractère torrentiel accusé, ainsi que des sources. La ressource principale dans ces deux îles est donc l'eau de surface, même si puits et sources apportent un complément de ressource dans les zones est et centrale de Mohéli, et dans les zones de Sima et Mremani sur Anjouan. Cependant, conséquence de la déforestation et de l'extension des cultures annuelles, le réseau hydrographique est en train de disparaître à Anjouan: des 42 cours d'eau existant en 1925, il n'en subsisterait que 19. Les ressources en eau renouvelables sont évaluées à 1,02 km^3/an.

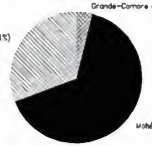
DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le développement de l'irrigation n'offre pas les mêmes possibilités sur les trois îles.

Si le potentiel d'irrigation est globalement estimé à 303 ha, la superficie équipée pour l'irrigation en maîtrise totale/partielle était estimée à 130 ha en 1987 (figure 1).

Sur l'île de Grande Comore, la superficie irrigable est quasi nulle. Seules quelques surfaces peuvent bénéficier d'une irrigation de complément pour autant qu'un lourd investissement (forages profonds, citernes, etc.) soit réalisé. Seuls des usages très limités et à haute valeur ajoutée peuvent être envisagés (maraîchage, pépinières). En 1987, le recensement des superficies irriguées n'indiquait que 5 ha de superficies équipées en maîtrise totale/partielle. En 1991, seule la ferme de Sangani bénéficiait d'une irrigation de complément.

FIGURE 1
Localisation des superficies irriguées en maîtrise totale/partielle (1987)



Sur l'île d'Anjouan, 203 ha avaient été recensés au début des années 70 comme potentiellement irrigables. C'est dans la zone côtière (Bambao, Patsy, Koki) et sur le plateau (Tsimbeo, Dindi, Chandra) qu'une irrigation a été développée pour de petits périmètres rizicoles ou des cultures intensives de canne à sucre, basilic et de petit maraîchage. Environ 40 ha ont été recensés comme terres irriguées en 1987.

Sur l'île de Mohéli, 100 ha ont été recensés en 1973 comme potentiellement irrigables. Quelques petits périmètres maraîchers ou à vocation rizicole sont irrigués, comme dans la plaine de Nioumachaoua. Au total, en 1987, 85 ha étaient irrigués.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le Ministère du développement rural, de la pêche et de l'environnement a pour fonctions essentielles la planification, la programmation, le suivi et l'évaluation des actions de

Copyrighted material

développement agricole. Dans chaque île, les Directions régionales s'appuient sur des Centres d'encadrement agricole.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les ressources sont encore mal connues et l'étude des ressources en eau souterraines d'abord d'Anjouan, puis de la Grande Comore et enfin de Mohéli, est en projet.

L'irrigation est encore peu développée aux Comores. Cela tient principalement à deux raisons: les coûts élevés de mobilisation et de distribution de l'eau en raison de la géologie et de l'absence de ressources accessibles dans certains secteurs. L'entretien de ces réseaux a aussi un coût élevé qui n'autorise dans la plupart des cas que des spéculations à haute valeur ajoutée.

Toutefois, trois projets de développement de l'irrigation sont à l'étude sur l'île d'Anjouan: l'aménagement d'un petit périmètre maraîcher à Gouni, 10 ha à Bambao et un projet de basilic irrigué à Pomoni. Sur l'île de Mohéli, un projet rizicole de 15 ha à N'Drondroni est lui aussi à l'étude.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. République fédérale islamique des Comores: Stratégie pour une croissance agricole. Rapport 1151-COM. Washington DC.

BDPA. 1991. Etude de la stratégie agricole des Comores.

FAO. 1973. Les infrastructures en milieu rural, les aménagements hydroagricoles, la petite hydraulique rurale. Rapport AT 3200.

FAO. 1990. Développement rural intégré de Niomakélé et Tsembéhou. Conclusions et recommandations du projet. Rapport final du projet UTF/COI/001/COI. Rome.

Ministère du développement rural, de la pêche et de l'environnement. 1994. Consultation sectorielle sur l'environnement et l'agriculture.

Copyrighted material

CONGO

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Congo a une superficie de 342 000 km^2. Celle des terres cultivées est de 130 075 ha, soit 0,4% de la superficie totale.

La population était estimée à environ 2,5 millions de personnes en 1994, soit une densité de 7,4 hab./km^2, avec environ 60% de ruraux. La croissance de la population est de 3,3% par an. Le secteur agricole emploie 59% de la population; sa croissance était estimée à 3,6% entre 1986 et 1990, mais le PNB agricole ne contribue qu'à concurrence de 10% au PNB total.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

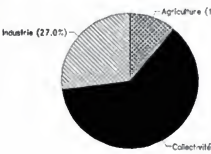
Superficie du pays	1994	34 200 000 ha
Superficie cultivable		- ha
Superficie cultivée	1990	130 075 ha
Population totale	1994	2 516 000 hab.
Densité de population	1994	7 hab./km^2
Population rurale	1990	59 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1990	50 %
Population rurale	1990	7 %

Climat et ressources en eau

Le climat est de type équatorial et la pluviométrie moyenne est de 1 612 mm par an, avec deux périodes de pluies importantes: mars-avril et octobre-novembre. Les grands bassins hydrographiques du pays sont ceux du fleuve Congo, et du Kouilou-Niari, auxquels viennent s'ajouter quelques bassins de fleuves côtiers.

Avec des ressources en eau renouvelables internes de près de 90 000 m^3 par habitant et par an, le Congo est l'un des pays d'Afrique les plus dotés en eau. Les prélèvements en eau pour l'agriculture, les collectivités et l'industrie étaient de 40 millions de mètres cubes en 1987 (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,04 km³ en 1987)



En ce qui concerne la mobilisation des nappes pour les différents usages (agriculture, alimentation en eau potable, industrie), elle était évaluée en 1991 à 7,2 millions de mètres cubes par an, soit à peine 0,003% de la

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 612	mm/an
		551,4	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		221,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	88 196	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		832,0	km^3/an
Indice de dépendance		73,3	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée	1990	0,2	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	4,4	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	24,8	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	10,8	10^6 m^3/an
Total		40,0	10^6 m^3/an
par habitant	1987	20	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,02	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1982	40 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1993	217	ha
- irrigation de surface		1993	105	ha
- irrigation par aspersion		1993	111	ha
- micro-irrigation		1993	1	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1993	100	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1993	1783	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1993**	**2 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1993	1,5	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 2
Prélèvements en eaux souterraines (1991)

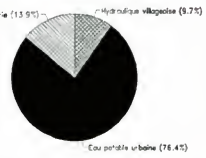


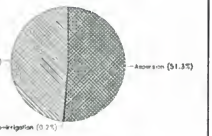
FIGURE 3
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1993)

recharge annuelle des nappes, estimée à 198 km^3 (figure 2).

Les ressources actuelles en eaux souterraines ne sont donc pratiquement pas utilisées au Congo.

Cependant, la population rurale ne bénéficie que d'un approvisionnement en eau potable très limité (à peine 7%). Une évaluation faite en 1990 par la Direction de l'hydraulique a montré que 3 292 forages étaient nécessaires pour alimenter convenablement la population rurale du Congo.

FIGURE 4
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1993)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel d'irrigation, en tenant compte des seules contraintes physiques (eau et sol), est estimé à 340 000 ha. La prise en compte des facteurs sociologiques, économiques et environnementaux donne un potentiel d'irrigation de 40 000 ha.

Les superficies irriguées sont marginales au Congo. La superficie avec contrôle de l'eau varie, selon les dernières estimations, entre 2 000 et 4 000 ha. L'écart entre ces deux estimations est principalement dû à la méthode d'évaluation des superficies de cultures maraîchères irriguées à partir de puits en ceinture des villes ou des surfaces avec une maîtrise sommaire de la décrue (figure 3). La superficie équipée en maîtrise totale/partielle est de 220 ha environ, soit entre 6 et 11% de la superficie totale avec contrôle de l'eau. L'irrigation par aspersion est pratiquée sur plus de 50% de cette superficie (figure 4).

La mobilisation de l'eau pour ces surfaces irriguées se fait généralement à partir d'eaux de lacs, de ruisseaux ou de rivières, au moyen d'une moto-pompe plongeant dans un réservoir de stockage.

Copyrighted material

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

En zone urbaine, la distribution de l'eau relève de la Société nationale de distribution de l'eau et, en zone rurale, de la Direction de l'hydraulique.

En matière d'irrigation, c'est la Direction du génie rural, du machinisme et de l'équipement agricole qui est compétente.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les ressources en eau de surface sont tellement abondantes que les possibilités d'exploitation des nappes souterraines ont longtemps été marginalisées. Pourtant, selon les dernières études, le coût d'une telle exploitation est moins important que le coût de mise en valeur des ressources superficielles. Aussi, le pays est-il en train de réfléchir à une meilleure exploitation des ressources souterraines, en particulier pour l'alimentation en eau potable. La création, en août 1984, d'un Ministère de l'énergie et de l'alimentation en eau potable chargé de coordonner les actions de l'administration dans ce domaine en est un bon témoin.

L'irrigation reste très limitée au Congo, mais les cultures de décrue, et les cultures maraîchères sur de petites surfaces à partir de micro-pompes prenant l'eau dans les rivières, tout particulièrement dans la ceinture maraîchère de Brazzaville, sont appelées à se développer dans un proche avenir.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Ministère de l'agriculture et de l'élevage. 1992. Résultats de l'enquête agricole superficie - production 1990. Direction de la statistique agricole. Brazzaville.

Mott MacDonald Intl./BCEOM/SOGREAH/ORSTOM. 1992. Evaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne. Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Congo. Rapport préparé pour la Banque mondiale, le PNUD, la Banque africaine de développement et le Ministère français de la coopération.

Copyrighted material

COTE D'IVOIRE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La Côte d'Ivoire est située en Afrique de l'Ouest, au bord du golfe de Guinée, avec une superficie totale de 322 462 km^2. Celle des terres cultivables s'élève à 17 millions d'hectares, soit 53% de la superficie totale du pays, tandis que les forêts classées représentent 5 millions d'hectares. La superficie cultivée est de 6 millions d'hectares, soit 35% de la superficie cultivable et 19% de la superficie totale du pays.

La population totale était de 13,8 millions d'habitants en 1994, dont 60% de ruraux. Le taux de croissance démographique est de 3,7% par an. L'agriculture emploie 55% de la population active du pays.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	32 246 200	ha
Superficie cultivable	1994	17 000 000	ha
Superficie cultivée	1994	6 000 000	ha
Population totale	1994	13 780 000	hab.
Densité de population	1994	43	hab./km^2
Population rurale	1990	60	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	37	%
Population rurale	1990	56	%

Climat et ressources en eau

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 377 mm, mais elle varie de 1 000 mm dans le nord à 2 500 mm/an sur le littoral sud. Trois zones écologiques se partagent ainsi le pays du nord au sud: grande savane sèche, savane forestière et forêt tropicale humide.

Les ressources en eau renouvelables internes s'élèvent à 76,7 km^3/an. Sur les 444 km^3 d'apports pluviométriques sur le territoire ivoirien, la part traduite en écoulements de surface s'élève à 39 km^3, soit 9%. Les ressources renouvelables souterraines sont estimées à 37,7 km^3/an, dont 35 km^3 dans la zone de socle et le reste dans le bassin sédimentaire côtier. Les ressources non renouvelables souterraines sont quant à elles estimées à 85 km^3, dont 78 km^3 dans la zone de socle et 7 km^3 dans le bassin sédimentaire côtier.

La répartition de la consommation de l'eau par grand secteur est évaluée à 0,7 km^3/an en 1987 (figure 1). Des estimations faites en 1994 font état d'une consommation totale de 1,26 km^3: la consommation en eaux de surface représenterait environ 1,10 km^3/an, tandis que la mobilisation actuelle des eaux souterraines s'élèverait à 0,16 km^3/an. La consommation des grands périmètres irrigués est évaluée à 0,7 km^3/an. L'évolution des besoins en eau, telle

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 377	mm/an
		444,1	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		76,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	5 566	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		77,7	km^3/an
Indice de dépendance		1,3	%
Capacité totale des barrages	1993	38,1	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	475	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	156	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	78	10^6 m^3/an
Total		709	10^6 m^3/an
par habitant	1987	64	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,9	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement	1994	0,07	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	475 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	47 750	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1994	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1994	100	%
Partie de la superficie équipée réellemant irriguée		1994	92	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1994	25 000	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1994	16 250	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**89 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	1,5	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées(maîtrise totale/partielle)		1994	43 540	ha
- canne à sucre		1994	20 220	ha
- fruitiers		1994	6 000	ha
- riz		1994	1 750	ha
- autres (semences, vivriers..)		1994	15 570	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

qu'elle est actuellement projetée, entraînerait une consommation de 12,2% des ressources renouvelables du pays en l'an 2025 contre 1,6% actuellement.

La capacité totale des barrages est évaluée à 38,1 km^3. L'ensemble des cinq grands aménagements hydro-électriques (Buyo, Kossou, Taabo, Ayamé I et II) ont une capacité de stockage de 37,6 km^3, soit presque toute la disponibilité en eau de surface du pays. A ce chiffre, on peut ajouter 0,5 km^3 de retenues pour l'irrigation: les retenues construites par les Sociétés de développement seraient au nombre de 80 pour une capacité de stockage estimé à 450 millions de mètres cubes, tandis qu'environ 70 autres retenues construites et gérées par des particuliers ou des sociétés privées disposeraient d'une capacité de stockage de plusieurs dizaines de millions de mètres cubes.

La station expérimentale de lagunage de Dabou est le seul exemple de recyclage des eaux usées dans le pays: le volume traité est de 200 m^3/j et la production piscicole de tilapia est estimée entre 600 et 1 000 kg par an.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,7 km³ en 1987)

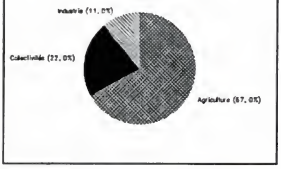
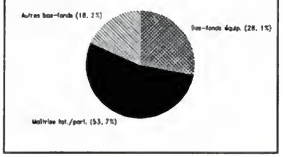


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel des terres irrigables peut être estimé à environ 475 000 ha répartis en 175 000 ha de bas-fonds, 200 000 ha dans les grandes plaines et 100 000 ha de marais côtiers.

Sous ses différentes formes, l'agriculture avec contrôle de l'eau représente 89 000 ha (figure 2).

La superficie équipée en maîtrise totale/partielle est de 47 750 ha. Elle comprend 36 000 ha correspondant à six complexes construits pour l'implantation de la canne à sucre. De cette superficie équipée, seule une partie (31 970 ha) est encore irriguée. Deux des six complexes ont été reconvertis (soit 11 750 ha irrigués), l'un pour la production semencière (riz et maïs notamment) et l'autre pour la production vivrière. Les quatre autres complexes restent cultivés en canne à sucre pour un total de 20 220 ha irrigués. L'eau d'irrigation est généralement distribuée sous pression par enrouleurs et pivots dans les complexes sucriers. Outre ces six complexes, on recense 1 750 ha de petits périmètres rizicoles irrigués par pompage, 6 000 ha de périmètres fruitiers et 4 000 ha de périmètres maraîchers (figure 3).

Copyrighted material

FIGURE 3
Cultures irriguées, maîtrise totale/partielle (1994)

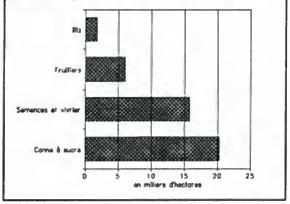
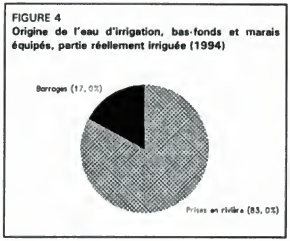


FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation, bas-fonds et marais équipés, partie réellement irriguée (1994)



La superficie de marais et de bas-fonds équipés est évaluée à 25 000 ha. De cette superficie, seuls 20 000 ha sont actuellement irrigués, dont 16 600 ha au fil de l'eau et 3 400 ha à partir de barrages (figure 4). La superficie de marais et bas-fonds cultivés bien que non équipés, y compris les marais côtiers, est difficile à évaluer. Au moins 16 250 ha seraient cultivés régulièrement de manière traditionnelle, mais ce chiffre paraît sous-estimé.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les principaux Ministères intervenant dans le domaine de l'eau sont les suivants:

- le Ministère de l'agriculture et des ressources animales;
- le Ministère de l'équipement, des transports et des télécommunications dont dépendent:
  - la Direction de l'eau;
  - la Sous-Direction de la météorologie de l'agence nationale pour les aérodromes et la météorologie (ANAM);
- le Ministère de l'environnement et du tourisme;
- le Ministère des mines et de l'énergie;
- le Ministère de la santé dont dépend l'Institut d'hygiène qui contrôle la qualité de l'eau;
- la Direction de contrôle des grands travaux (DCGTX) qui dépend de la Primature;
- la Commission nationale de l'environnement.

Les principales agences sont:

- la Société de développement du sucre (SODESUCRE), responsable des périmètres irrigués sucriers;
- l'Agence nationale d'appui au développement rural (ANADER);
- la Société de distribution d'eau de la Côte d'Ivoire (SODECI) qui est une entreprise privée assurant la production et la distribution de l'eau dans 370 localités. D'après le schéma institutionnel actuel, la SODECI dispose d'un contrat de concession du service de l'eau pour 20 ans couvrant la période 1987-2007.

Copyrighted material

La multiplicité des intervenants dans le secteur de l'eau rend difficile une planification intégrant tous les usages de l'eau, la gestion prévisionnelle de la ressource et la police des eaux. On ignore l'importance de la pollution due aux activités domestiques, industrielles et agricoles.

Ces diverses contraintes appellent la définition et la mise en place d'un cadre juridique cohérent. A cette fin, le Gouvernement a mis en chantier une étude de réforme institutionnelle du secteur de l'eau avec pour objectif le renforcement et la promotion du rôle de l'eau dans le développement de la Côte d'Ivoire.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

En Côte d'Ivoire, l'irrigation joue encore un rôle marginal par rapport à l'agriculture pluviale. On considère que cette dernière assure 80% de la production rizicole actuelle. Pourtant, le potentiel des bas-fonds et des marais côtiers favorables à la riziculture irriguée, soit 275 000 ha, n'est exploité qu'à 15% alors que la Côte d'Ivoire est le premier importateur de riz du continent africain et le cinquième importateur mondial. La dévaluation du FCFA rend la production nationale compétitive envers l'importation. Tous ces facteurs devraient augurer d'une relance de la riziculture irriguée. Pour 1995, il est prévu d'aménager 917 ha de nouveaux périmètres rizicoles et de réhabiliter 1 000 ha d'anciens bas-fonds rizicoles. De 1992 à 2015, l'expansion de la riziculture irriguée devrait concerner 34 000 nouveaux hectares. Le développement de l'irrigation reste cependant également dépendant de la résolution des problèmes fonciers.

D'autres cultures irriguées que le riz font l'objet de nouveaux programmes d'irrigation. Quatre instituts de recherche étudient l'irrigation d'autres cultures telles que le maïs, l'igname, le coton (Institut de développement des Savanes - IDESSA), l'ananas, la banane, le manioc (Institut de recherche des fruits et légumes - IRFA), l'hévéa (Institut de recherche du caoutchouc - IRCA), le café, le cacao (Institut de recherche du café et cacao - IRCC), ou encore les cultures maraîchères, et en particulier l'oignon.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

ANADER [Agence nationale d'appui au développement rural]. 1994. Aménagements rizicoles.

CIDT. 1987. Programme production rizicole en zone de savanes de la Côte d'Ivoire, 1987-91.

DCGTX, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1994a. Projet de développement rural dans le Nord-Est, Amélioration des irrigations et extension du périmètre de KPODA.

DCGTX. 1994b. Données d'hydraulique villageoise.

Direction de l'eau, BEP Service hydro-assainissement. 1985. Réactualisation des critères de conception.

Copyrighted material

FAO. 1991. Projet de développement rural dans la région forestière ouest. Mission de préparation. Rapports Volumes I et II. Rome.

Kouadio Y. 1994. Rapport sur l'agriculture irriguée en Côte d'Ivoire.

Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1993. Projet de développement de la riziculture irriguée et des productions alimentaires connexes dans les régions Centre et Centre-Nord de la Côte d'Ivoire.

Mott MacDonald International. 1991. Evaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Côte d'Ivoire.

PNUD. 1991. Coopération au développement: Côte d'Ivoire.

Regnault, D. 1994. Données générales sur la SODECI.

SODESUCRE. 1993. Situation de l'irrigation.

Copyrighted material

DJIBOUTI

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Djibouti, situé dans la corne de l'Afrique, est l'un des plus petits pays d'Afrique. La superficie totale est de 23 200 km^2. Celle qui est cultivable est estimée à 6 000 ha, soit 0,26% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élevait à 407 ha en 1989, soit 7% de la superficie cultivable et seulement 0,02% de la superficie totale du pays.

L'agriculture est concentrée dans le sud, surtout dans les districts de Djibouti et de Dikhil. Les trois districts du sud du pays (Ali Sabieh, Dikhil et Djibouti) couvrent environ 44% de la superficie totale du pays, mais 84% des terres cultivées (figure 1).

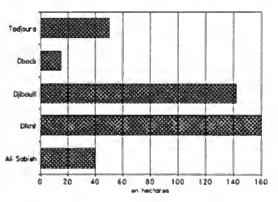
La population était estimée à 566 000 habitants en 1994 et est à plus de 75% urbaine. La densité de la population est de 24 hab./km^2, mais varie d'environ 3 au nord à plus de 400 hab./km^2 dans le district de Djibouti où se trouve la capitale. Le taux annuel de croissance démographique était estimé à 3% en 1988.

L'économie est essentiellement une économie de service qui, en 1982, contribuait à 63% du PIB. La même année, l'agriculture ne représentait que 6% du PIB.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	2 320 000 ha
Superficie cultivable	1989	6 000 ha
Superficie cultivée	1989	407 ha
Population totale	1994	566 000 hab.
Densité de population	1994	24 hab./km^2
Population rurale	1990	19 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1990	50 %
Population rurale	1990	21 %

FIGURE 1
Répartition de la superficie cultivée par district (1990)



Climat et ressources en eau

Le climat de Djibouti est défini comme aride à hyper-aride. La moyenne des températures varie entre 25°C en

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		147	mm/an
		3,4	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		0,3	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	530	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		2,3	km^3/an
Indice de dépendance		87,0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée	1990	0,1	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1973	5,1	10^6 m^3/an
- Collectivités	1973	2,8	10^6 m^3/an
- Industrie	1973	2,1	10^6 m^3/an
Total		10,0	10^6 m^3/an
par habitant	1973	47	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		3,3	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		-	ha
Irrigation:			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1989	674	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines	1989	100	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface	1989	0	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée	1989	60	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	**1989**	**674**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée	1989	166	%
- Augmentation sur les 10 dernières années	1980-1990	270	%
- Partie irriguée par pompage		-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle: Critère			
Grands périmètres > ha		-	ha
Périmètres moyens		-	ha
Petits périmètres < ha		-	ha
Nombre total de ménages	1989	1 158	
Cultures irriguées:			
Production totale de céréales irriguées	1989	4	t
en % de la production totale de céréales	1989	100	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)	1989	407	ha
- légumes + fruits	1989	405	ha
- maïs + *dourah* (sorgho)	1989	2	ha
Drainage - Environnement:			
Superficie drainée		-	ha
en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha

Copyrighted material

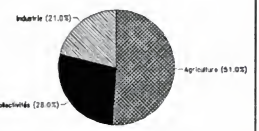
décembre et 35°C en juillet. La précipitation moyenne annuelle est de 147 mm, mais varie entre 50 mm/an dans le nord-est à 300 mm/an dans la zone à l'ouest de Tadjoura. Les extrêmes enregistrés depuis 1901 étaient de 9,5 mm pour l'année 1980 et de 693 mm pour l'année 1989. Les faibles précipitations, avec leur répartition irrégulière, ont pour conséquence l'absence de rivières pérennes sur l'ensemble du pays et l'écoulement des eaux se fait de façon irrégulière, sous forme de crues d'une durée de un ou deux jours.

Le système hydrographique se divise en deux zones bien précises, un réseau hydrographique drainant les eaux vers la mer (45%) et un autre vers les plaines à l'ouest du pays (55%).

Les possibilités de renouvellement des eaux souterraines se limitent principalement à l'infiltration des eaux des crues dans les oueds, l'infiltration diffuse étant presque nulle. Aussi, la recharge est étroitement liée à la fréquence des crues, aux conditions d'infiltration dans les oueds et au contact hydraulique avec le substratum ainsi qu'à la perméabilité de ce dernier.

La prospection et l'exploitation des eaux souterraines sont difficiles. Les formations sédimentaires ne représentent que 10% de la superficie du pays, le reste étant constitué de roches d'origine volcanique. D'une façon générale, l'utilisation pour l'irrigation de la plupart des eaux souterraines pose des problèmes par suite d'une salinité excessive, même dans les nappes alluviales. Seules les eaux de la partie nord-ouest du pays ont des teneurs ioniques inférieures aux normes d'utilisation pour l'irrigation. Les fortes teneurs en bore sont les plus fréquentes. Il existe dans les alluvions des écoulements d'eau proches de la surface qui peuvent être utilisés pour l'agriculture à petite échelle.

FIGURE 2
Prélèvements en eau (total: 0,01 km³ en 1973)



Le volume total des ressources en eaux souterraines renouvelables est estimé entre 10 et 21 millions de mètres cubes par an. Les seuls apports externes (environ 2 km³/an) proviennent de l'Ethiopie, à travers le lac frontière Abbe à l'extrême ouest du pays.

En 1973 les prélèvements en eau pour l'agriculture, les collectivités et l'industrie s'élevaient à 10 millions de mètres cubes (figure 2).

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

La production agricole sous irrigation est la seule forme possible à Djibouti. L'irrigation ne commence que vers la mi-novembre pour la saison fraîche jusqu'à la mi-mai. En été, seuls les cucurbicatées et le palmier sont irrigués, mais ils représentent un pourcentage assez faible par rapport aux autres cultures (céréales, légumes, fruits) (figure 3).

Copyrighted material

FIGURE 3
Superficies irriguées par culture (1989)

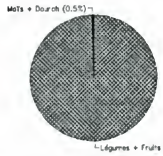
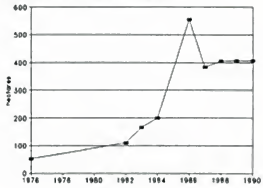


FIGURE 4
Evolution de la superficie irriguée



En 1982 il existait 450 exploitations agricoles dans l'ensemble du pays. La superficie mise en valeur était d'environ 110 ha, soit une moyenne de 2 250 m^2 par exploitation. En 1989, il y avait 1 158 exploitations sur 407 ha cultivés, ce qui donne une moyenne de 3 515 m^2 par exploitation (figure 4). En moyenne, 65% des terres aménagées sont cultivées chaque année.

En 1986, quelque 7 à 8 millions de mètres cubes d'eau ont été utilisés pour l'agriculture, provenant de puits, de forages ou de sources. Le coût de l'eau d'irrigation s'élevait au total à environ 0,28 EU/m^3 pour l'eau captée par forage et à 0,11 EU/m^3 pour l'eau des puits.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le développement agricole du pays est organisé en trois zones couvertes par trois programmes de développement rural, qui bénéficient d'un encadrement constitué par des cadres et des techniciens au niveau régional et par les différents services du Ministère de l'agriculture et du développement rural au niveau central. Le personnel d'encadrement régional est chargé de l'exécution des programmes techniques choisis par les quatre services centraux:

- la Direction de l'élevage et des pêches;
- le Service de l'agriculture et des forêts;
- le Service du génie rural;
- le Laboratoire d'analyse des eaux.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Aucune agriculture n'est possible à Djibouti sans irrigation. Celle-ci peut cependant être améliorée par diverses voies:

- une meilleure valorisation des eaux de surface;

Copyrighted material

- l'étude du potentiel des nappes alluviales et la réalisation de schémas d'aménagement des oueds;
- la diffusion de techniques plus économes en eau;
- l'amélioration de l'état du réseau des canaux d'adduction d'eau, ceux-ci étant généralement en terre;
- la mise en valeur réelle des terres aménagées.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. 1982. Inventaire et mise en valeur des ressources en eau de la République de Djibouti. Rapport préparé par W. Müller, pour le projet N° 78.2233.1, Coopération hydrogéologique allemande. Hanover, Allemagne.

Direction nationale de la statistique, Ministère du commerce, des transports et du tourisme. [1991?]. *Annuaire statistique de Djibouti. Résultats de 1990.*

FAO. 1986. Compte rendu final du projet FAO TCP/DJI/4505, Renforcement du Service de l'agriculture et des forêts. Rome.

IGADD [Intergovernmental Authority on Drought and Development]. 1990. Forum on environmental protection and development of subregional strategy to combat desertification, 1990.

Copyrighted material

EGYPT

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Egypt lies in the northeastern corner of the African continent, with a total area of about 1 million km^2. In 1993, cultivated land was estimated to be 3.2 million ha, or 3.2% of the total area.

Total population is about 62 million (1994), of which 56% is rural, with annual demographic growth estimated at 2.3%. Average population density is 62/km^2, but ranges from 2/km^2 over 96% of the total area, to 1 492/km^2 in the Nile valley and delta. This area, where population density is among the highest in the world, is only 4% of the total area.

In 1990, agriculture accounted for 18% of Egypt's GDP, and 20% of its export earnings. It provided employment to 41% of the labour force.

TABLE 1
Basic statistics and population

Total area	1994	100 145 000	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land	1994	3 246 000	ha
Total population	1994	61 636 000	inhab.
Population density	1994	62	inhab./km^2
Rural population	1993	56	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	95	%
Rural population	1990	86	%

Climate and water resources

The mean annual rainfall of 18 mm ranges from 0 mm/year in the desert to 200 mm/year in the north coastal region.

The Nile river is the main source of water for Egypt. Under the 1959 Nile Waters Agreement, Egypt's share is 55.5 km^3/year. The 1959 Agreement was based on the average flow of the Nile during the 1900-1959 period, which was 84 km^3/year at Aswan. The average annual evaporation and other losses from the High Dam lake were estimated to be 10 km^3/year, leaving a net usable annual flow of 74 km^3/year, of which 18.5 km^3/year was allocated to Sudan and 55.5 km^3/year to Egypt.

The volume of groundwater entering the country on an annual basis from Sudan is estimated at 1 km^3. The main source of internal recharge is percolation from irrigation water, and its quality depends mainly on the quality of the irrigation water. In the northern part of the Delta, groundwater becomes brackish to saline due to seawater intrusion. About half of the Delta contains brackish to saline groundwater. The Nubian sandstone aquifer, located under the Western Desert and extending to Libya and Sudan, contains important non-

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		18	mm/yr
		18.1	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		1.8	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	29	m^3/yr
Global renewable water resources		68.5	km^3/yr
Dependency ratio		97.5	%
Total dam capacity	1994	169	km^3
De-salinated water	1990	25	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1993	45 400	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1993	3 100	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1993	4 600	$10^6\ m^3/yr$
Total		53 100	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1993	880	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		2 950	%
Other withdrawal	1993	1 800	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced	1993	3 430	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater	1993	200	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

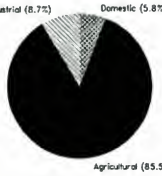
Irrigation potential		1993	4 434 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1993	3 246 000	ha
- surface irrigation		1993	2 830 000	ha
- sprinkler irrigation		1993	312 000	ha
- micro-irrigation		1993	104 000	ha
% of area irrigated from groundwater		1993	4.5	%
% of area irrigated from surface water		1993	95.5	%
% of equipped area actually irrigated		1993	100	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1993**	**3 246 000**	**ha**
- as % of cultivated area		1993	100	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1993	95	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			100	%
Harvested crops under irrigation		1993	4 820 000	ha
- berseem		1993	1 082 000	ha
- wheat		1993	894 000	ha
- maize		1993	804 000	ha
- rice		1993	538 000	ha
- other		1993	1 502 000	ha
Drainage - Environment:				
Drained area		1993	2 931 000	ha
as a % of cultivated area		1993	90	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation		1972	1 210 000	ha

Copyrighted material

renewable fresh groundwater resources, already developed in the oasis of the new valley. Large irrigation schemes pumping water from the Nubian aquifer are under development in the southwestern part of the country (Al Aweinat).

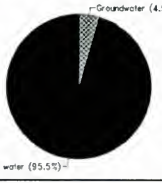
Total annual water withdrawal was estimated at 53.1 km^3 in 1993 (Figure 1). This amount does not include an annual estimated loss of 2 km^3/year due to evaporation from 31 000 km of canals, nor the annual water requirement for navigation, estimated at 1.8 km^3 in 1993.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 53.1 km^3 in 1993)



Re-used treated wastewater is estimated at 0.2 km^3/year. In 1986, irrigation from re-used treated wastewater was about 4 200 ha.

FIGURE 2
Origin of irrigation water (1993)



IRRIGATION DEVELOPMENT

Almost all agriculture in Egypt is irrigated agriculture. Even the small, more humid area along the mediterranean coast requires supplementary irrigation to produce reasonable yields. The total water managed area is 3 246 000 ha, of which more than 90% is in the Nile valley and delta. Taking into consideration the fact that 1 189 000 ha are planned to be reclaimed before the year 2000, the total potential for irrigation development can be estimated as 4 434 000 ha.

All irrigation is full or partial control irrigation. All lands are irrigated from the Nile, except in the provinces of Matrouh, Sinai and New valley, where 146 000 ha is irrigated from groundwater (Figure 2).

The irrigation system in the old lands of the Nile valley is a combined gravity and water lifting system. The main canal system (first level) takes its water from head regulators, located upstream of the Nile dams. Water is distributed along branches (second level) where the flow is continuous. At the third level, distributaries receive water according to a rotation schedule. Water is pumped from these to irrigate the fields (about 0.5 m of lift).

The irrigation system in the new lands (reclaimed areas) is based on a succession of pumping stations from the main canal to the fields, with a total lift of between 20 and 30 m.

In the new reclaimed areas, farmers use sprinkler or drip irrigation. Surface irrigation techniques are there banned by law. The main reason for this ban is that these areas, located at the end of the systems, are more subject to water shortages and that most of the new reclaimed lands are sandy soils. Sprinkler and drip irrigation need less water than surface

Copyrighted material

irrigation. Sprinkler irrigation is practised on 312 000 ha, and drip irrigation on 104 000 ha (Figure 3).

An extensive National Drainage Programme has been carried out over the last 30 years to control waterlogging and salinity. The drainage system consists of open drains, subsurface drains and pumping stations. Of the total irrigated area, 2 931 000 ha are drained, of which 1 681 000 ha with subsurface drainage (Figure 4). The subsurface drained area represents nearly 52% of the total cultivated area and more than 74% of the cultivated land in the valley and Delta. There are 99 pump stations devoted to pumping of drainage effluent. The power drained area was estimated at 1 100 000 ha in 1988. Drainage water from agricultural areas on both sides of the Nile Valley is returned to the Nile River, in Upper Egypt and in the Southern Delta.

Drainage water in the delta is either pumped back into irrigation canals for re-use or pumped into northern lakes or the Mediterranean. In Fayoum province, irrigation is practised by gravity with no water lifting system. Drainage water is there pumped away into Wadi Rayan and Qaroon lake. Currently, 4.7 km^3 of drainage water is being re-used yearly.

Saline areas in the Nile valley and delta were estimated at 1 210 000 ha in 1972, due to seawater intrusion and high water table. Soil salinity in Upper Egypt developed mainly after the construction of the Aswan High Dam and the conversion of flood irrigation into perennial irrigation. Most of the salt-affected agricultural land in the country has now been provided with drainage systems for leaching the excess salts.

FIGURE 3
Irrigation techniques (1990)

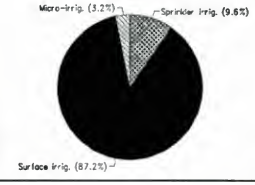
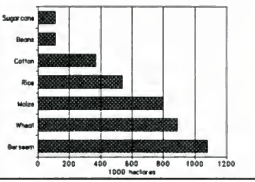


FIGURE 4
Types of drainage methods (1993)

FIGURE 5
Irrigated crops (1993)



The cropped area is nearly double the cultivated area (Figure 5). There are three cropping seasons in Egypt: Winter (November to May), Summer (April/May to October), and Nili (July/August to October). On the old lands, the cropping intensities can be very high (200%), but on the new lands intensities can reach only 150%, mainly because of water shortages and the lack of means of production in those areas. Most crops are grown both in the Delta and Valley, with exception of rice (Delta mainly) and sugar cane (Valley). The

Copyrighted material

main winter crop is berseem (*Trifolium alexandrinum*), grown either over 3 months with only 2 cuts as a soil improver (short berseem), or over 6-7 months, either with 4-5 cuts as a fodder crop or grazed by tethered cattle (long berseem). Other minor winter crops are barley, sugar beet and pulses. The main summer crops are maize, rice and cotton, which is the most important Egyptian export crop. Yields have continually increased during the past decades, particularly on the old lands. In 1993, yields were 5.4 t/ha for wheat, 7.0 t/ha for maize, 7.7 t/ha for rice, and 1.2 t/ha for cotton.

The average cost for irrigation development is about $US 1 600/ha for drip irrigation, $US 1 300/ha for mobile sprinkler irrigation, and $US 3 200/ha for stationery sprinkler irrigation. Farmers are not charged for irrigation water but pay a tax which is based on the size of their irrigated land.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Ministry of Public Works and Water Resources (MPWWR) is in charge of water resources research, development and distribution, and undertakes the construction, operation and maintenance of the irrigation and drainage networks. At central level, the Planning Sector is responsible for data collection, retrieval and analysis for planning and monitoring investment projects. Water resources development works are coordinated by the Sector of Public Works and Water Resources. The Nile Water Sector is in charge of cooperation with Sudan and other Nilotic countries. The Irrigation Department provides technical guidance and monitoring of irrigation development, including dams. The Mechanical and Electrical Department is in charge of construction and maintenance of pumping stations for irrigation and drainage.

Further to these institutions, other public authorities operate in direct relation to the MPWWR. They are the High Aswan Dam and Aswan Authority, responsible for the dam operation; the Drainage Authority, responsible for the construction and maintenance of tile drains; and the Water Research Centre. The Water Research Centre comprises 11 institutes and is the scientific body of MPWWR for all aspects related to water resources management.

The Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR) is in charge of agricultural research and extension, land reclamation and agricultural development.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

One important characteristic of Egyptian agriculture is the distribution of land. More than 95% of the landowners hold less than 5 feddans (2.08 ha) each. Only 3% own 50 feddans (20.8 ha) or more.

It is planned to develop an additional 1 189 000 ha for agriculture by the year 2000. This will be achieved through developing the country's surface water and groundwater resources, improving the efficiency of irrigation and increasing drainage water re-use to 7.7 km^3 annually. Al Salam canal, now under construction, is planned for re-use of drainage water from two main drains in the Eastern Delta Province (Lower Serw and Bahr Hadous). This water, added to water extracted from the Damietta branch of the Nile, will be used for the irrigation of a new area of 252 000 ha in the Eastern Delta and North Sinai.

Copyrighted material

MAIN SOURCES OF INFORMATION

ACSAD [Arab Centre for the Study of Arid Zones and Dry Lands]. 1988. Water Resources Assessment in the Arab Region. Damascus.

Attia, F.A.R. 1993. Environmentally sound management of Egyptian groundwater resources. In: [Proceedings of the] Seminar on Techniques of Groundwater Management in the Arab Region. 20-23 December 1993.

CAPMAS [Central Agency for Public Mobilisation and Statistics]. 1993. Crop Acreage and cultivated areas in the Arab Republic of Egypt.

CAPMAS. 1994. Statistical yearbook, Arab Republic of Egypt.

Drainage Research Institute. 1989. *Land Drainage in Egypt*. Amer & de Ridder Editions.

Drainage Research Institute. 1989. Drainage water in the Nile Delta: Re-use monitoring programme. Report No. 32.

Othman, Y. 1994. Experiences in integrated land and water management. In: Proceedings of the ISAWIP Final Seminar. Port-Said, Egypt, 18-21 April 1994.

Public Authority for Drainage Projects, Ministry of Public Works and Water Resources. 1994. Nile Delta Drainage 'V' Project. Project completion report.

Rofail, N., & Zahran, M.S. 1994. Available water resources in the Arab world and expected future demand. Paper prepared for the ACSAD preparatory expert meeting for the Arab Ministerial Conference on Sustainable Agriculture and Rural Development, Arab League Centre, Cairo, 25-29 September 1994.

Sarris, A.H. 1991. Structural adjustment and agricultural development in Egypt: Policies, prospectives and options.

Copyrighted material

EQUATORIAL GUINEA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Equatorial Guinea has a total area of 28 050 km^2, in three main parts:

- Rio Muni, a fairly rectangular territory of about 26 000 km^2 on the African mainland;
- Bioko island (ca. 2 000 km^2) in the Atlantic Ocean, about 32 km off the Cameroon coast, and where Malabo, the capital of the country, is located; and
- the island of Annobon (17 km^2) in the Atlantic Ocean, south of São Tome and Principe, about 360 km off the Gabon coast, and 600 km south of Bioko island.

Total cultivated area is estimated to be about 230 000 ha, which is 8% of the total area.

The population is about 389 000 (1994), of which 71% is rural. The annual population growth rate is estimated to be 2.3%. Average population density is 14/km^2, but varies from 4 on Rio Muni, to 35 on Bioko island, and is 120/km^2 on Annobon island.

The agricultural sector contributes 55% of the GDP.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	2 805 000	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land	1994	230 000	ha
Total population	1994	389 000	inhab.
Population density	1994	14	inhab./km^2
Rural population	1990	71	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	65	%
Rural population	1990	18	%

Climate and water resources

The climate is equatorial, with frequent and abundant rainfall throughout the year, but the major part of the rainfall occurs between April and November. Average annual precipitation is estimated to be 2 077 mm, but is a little higher on Bioko island. The territories have contrasting relief: Pic de Santa Isabel on the mainland rises to 2 853 m, and Pic Basile on Bioko island rises to 3 011 m. Temperatures and rainfall vary mainly with altitude.

Average rainfall is more than 3 000 mm/year above 1 500 m altitude, and only 1 200 mm/year below 600 m altitude.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		2 077	mm/yr
		58.3	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		30.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	77 121	m^3/yr
Global renewable water resources		30.0	km^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	0.6	10^6 m^3/yr
- Domestic	1987	8.1	10^6 m^3/yr
- Industrial	1987	1.3	10^6 m^3/yr
Total		10.0	10^6 m^3/yr
per caput	1987	31	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		0.03	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

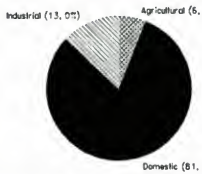
TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		-	ha
Irrigation:			
1. Full or partial control irrigation: equipped area		-	ha
- surface irrigation		-	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
% of area irrigated from groundwater		-	%
% of area irrigated from surface water		-	%
% of equipped area actually irrigated		-	%
2. Spate irrigation area		-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		-	ha
5. Flood recession cropping area		-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		-	**ha**
- as % of cultivated area		-	%
- increase over last 10 years		-	%
- power irrigated area as % of water managed area		-	%
Full or partial control schemes:	Criteria		
Large schemes	> - ha	-	ha
Medium schemes		-	ha
Small schemes	< - ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated Crops:			
Total irrigated grain production		-	t
as % of total grain production		-	%
Harvested crops under irrigation		-	ha
-		-	ha
-		-	ha
Drainage - Environment:			
Drained area		-	ha
as % of cultivated area		-	%
Flood-protected area		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha

Copyrighted material

The mainland part is crossed by big watercourses, such as the Rio Campo, the Rio Benito and the Rio Mitemele, which converge in the vast estuary of the Muni, in the south of the country. Renewable water resources are estimated at 30 km^3 per year. Total water withdrawal was estimated at 10 million m^3 in 1987 (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.01 km^3 in 1987)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The main agricultural products in Equatorial Guinea are timber, cocoa, coffee, palm oil and bananas. Annual crops are dominated by cassava. With the high level of rainfall, its good distribution throughout the year, and the high level of natural resources such as land and forest, there is no real need for irrigation, and no irrigated areas have yet been developed.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Two Ministries are in charge of Agriculture and Natural Resources:

- The Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Ministério de agricultura, pesca y alimentación);
- The Ministry of Health and Environment (Ministério de sanidad y medio ambiente), in charge of natural resources management.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

As noted above, irrigation is not a priority in Equatorial Guinea. The main 'water' problem is drinking water supply. Only 18% of the rural population has access to safe drinking water, and in urban areas the water supply systems are not efficient: less than 30% for Malabo's system. Moreover, since there is no management of wastewater, which goes directly to the sea, the problem of contamination of drinking water by pollutants should be closely monitored in the near future.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1988. Equatorial Guinea: Agricultural sector review working papers. FAO Investment Centre/World Bank Cooperative Programme report 33/88 CP-EQG 7 WPs. Rome.

FAO. 1992. Estudios de apoyo a la preparacion del proyecto manejo y conservacion de los recursos naturales. Plan director de uso de la tierra para la isla de Bioko. Report prepared by C. van Hoof for project UTF/EQG/002/EQG. Rome.

Copyrighted material

FAO. 1994. Equatorial Guinea: Natural resources management and conservation project. Preparation report. FAO/DDC report 12/94 CP-EQG 11 (E). Rome.

Copyrighted material

ERITREA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Eritrea, situated in northeastern Africa, along the Red Sea, has a total area of about 122 000 km^2. The cultivable land is about 1.6 million ha, which is 13% of the total area. Cultivated land is 439 000 ha, i.e., 26% of the cultivable area and 4% of the total area.

The total population was estimated at about 3.4 million inhabitants in 1994, with a growth rate higher than 3% annually. The density is 28/km^2, but 65% of the population live in the four highland provinces, although they account for only 16% of the total land area (Asmara, Hamasien, Akele Gusai, and Seraye).

Agriculture represents 26% of the GDP, which is about $US 350 million.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	12 189 000	ha
Cultivable land	1993	1 650 000	ha
Cultivated land	1993	439 000	ha
Total population	1994	3 437 000	inhab.
Population density	1994	28	inhab./km^2
Rural population		-	%
Water supply coverage			
Urban population		-	%
Rural population		-	%

Climate and water resources

The climate ranges from hot arid, adjacent to the Red Sea, to temperate sub-humid in isolated micro-catchments within the eastern escarpment of the highlands. Some areas of the country are more than 3 000 m in elevation, and the average annual temperature ranges from 21°C in the highlands to 25°C in the lowlands. Total annual rainfall increases from less than 200 mm at the northern border with Sudan to more than 700 mm in a restricted area on the southern border with Ethiopia. A small area on the eastern escarpment, known as the green belt, receives over 900 mm/year on average.

Eritrea has three main drainage systems:

- the Mereb-Gash and Tekeze-Setit river systems, draining into the Nile;
- the eastern escarpment and the Barka-Anseba river systems, draining into the Red Sea;
- the river systems of a narrow strip of land along the south-eastern border with Ethiopia, draining into the closed Denkel Basin.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		329	mm/yr
		40.1	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		2.8	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	815	m^3/yr
Global renewable water resources		8.8	km^3/yr
Dependancy ratio		68.2	%
Total dam capacity	1993	0.03	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural		-	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic		-	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial		-	$10^6\ m^3/yr$
Total		-	$10^6\ m^3/yr$
per caput		-	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		-	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Waste water:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

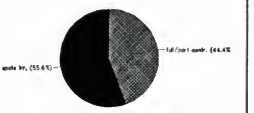
TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			-	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1993	12 494	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated		1993	48	%
2. Spate irrigation area		1993	15 630	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1993**	**28 124**	**ha**
- as % of cultivated area		1993	6.4	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation (full or partial control)			-	ha
- fruits + vegetables		1993	4 109	ha
- cotton		1993	1 860	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

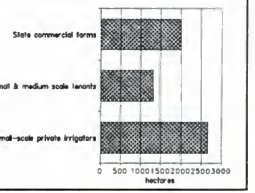
Although no measurement of runoff is available, a rough estimate would put internally produced water resources at around 2.8 km^3/year, most of which would be located in the western part of the country. The most important river course is the Tekeze-Setit, at the border with Ethiopia, with more than 90% of its catchment situated inside Ethiopia. Estimates of mean annual flow of the Setit at the border with Sudan vary between 6 and 8 km^3/year.

FIGURE 1
Distribution of the water managed areas (1993)



In 1993, 109 small dams, built mainly for irrigation in the recent past, had a total storage capacity of 24 million m^3. A storage reservoir of 8 million m^3 was built in the 1960s on the Gash river to irrigate the Alighider Estate, but needs regular de-silting. Several major dams, built longer ago, are completely silted, such as the Foro dam, which had a storage capacity of 4 million m^3 just after its construction in the 1920s. In the 1960s, a new dam was built at Foro on the River Haddas, with a capacity of 23 million m^3, but by 1988 this reservoir was also completely silted up.

FIGURE 2
Irrigation management (1994)



The main sources of domestic water in rural areas are tubewells and shallow wells. The present status of rural water supply is unknown, and the Water Resources Department is undertaking a national inventory of all water points.

IRRIGATION DEVELOPMENT

Several estimates of the irrigation potential have been made. The largest one, 567 000 ha, does not take into account water availability. Others estimations (107 000 ha or 270 960 ha, according to two different studies) are based on unproven groundwater resources. They do not cover the eastern lowlands, nor small-scale irrigation potential in the uplands.

Of a total water managed area of 28 124 ha in 1993, 12 494 ha were equipped for irrigation with full or partial control and 15 630 ha were under spate irrigation (Figure 1). The area under spate irrigation seems to be an overestimate, since much of the spate irrigation area in the eastern lowlands, an area severely affected by the war, is out of production at present. Of the area equipped for irrigation with full or partial control, only 5 969 ha, or 48%, were actually irrigated with different types of management (Figure 2).

- 8 520 ha of equipped area are managed by the Department of Commercial Agriculture of the Ministry of Agriculture, consisting of two commercial farms:

Copyrighted material

- the Alighider Estate, located on the lower Gash river near Tennessey, with 8 000 ha equipped, but only irrigated on 1 860 ha of cotton in 1993; and

- the Elaberet Estate, an agro-industrial complex of 1 200 ha located 450 km northeast of Asmara, with 520 ha equipped, but only irrigated on 135 ha in 1993.

These two systems are irrigated by river diversion and storage reservoirs, supplemented by wells in case of drought.

- 1 314 ha are irrigated with shallow groundwater pumped in the lower Gash and Barka rivers, or lifted manually with buckets or *shadoof*. They are generally managed by small- or medium-scale concessionaires (The state-owned land is leased to private individuals).

- 2 590 ha, operated by small-scale irrigators in the highlands, are irrigated by groundwater, and frequently (2 100 ha of 2 590 ha) supplemented by water from small dams. Command areas are generally small, not exceeding 5 ha. The plots are planted with vegetables (tomatoes, onions, peppers, cabbages and potatoes) to be sold to the nearby urban markets. Double cropping is the rule, and triple cropping where water control permits. More than 16 000 families are involved in this type of irrigation.

- 70 ha, operated by small-scale irrigators, are irrigated from springs.

Several estimations of irrigation development costs are given by the FAO identification project:

- in the Highlands, a small-scale irrigation network (3 ha) with a well and a pump would cost $US 4 000/ha;

- in the Lowlands, a small-scale irrigation network (6 ha) with a well and a pump would only cost $US 750/ha;

- a large-scale, double-cropped irrigation system on the Setit river would cost $US 16 000/ha, and $US 332/ha yearly for operation and maintenance;

- a spate diversion system would require $US 2 000/ha.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The different institutions involved in water resources and irrigation are:

- the Land Resources Division (LRD) of the Ministry of Agriculture, responsible for land and water resource development and conservation, including soil and water conservation, small dam construction, and irrigation. It is divided into a natural resources section, and a water development and construction section. A re-organization of the Ministry of Agriculture is under consideration; the Land Resources Division could be split into a Division of Soil Conservation, Irrigation and Land Use, and a Division of Forestry, Wildlife and Environment. The Ministry of Agriculture has offices in nine provinces, each of which is intended to have a structure similar to that of the headquarters;

Copyrighted material

- the Water Resources Department (WRD) of the Ministry of Energy, Mining and Water Resources (MEMWR) is in charge of the evaluation of surface and groundwater resources, the control of the use of water resources, the establishment and the operation of meteorological and hydrological networks, urban and rural water supply, sanitation, and protection of water sources from pollutants; and

- the Land Commission, studying the existing land tenure systems, preparing recommendations for reform needed, and drafting the legislation needed to implement recommended reforms.

Water legislation was under preparation in 1994.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Since independence, a rapid development of concessions for modern, mostly irrigated, agriculture in the southwestern lowlands has been observed. The rehabilitation of spate irrigation systems should be seen in the next few years.

Sedimentation is a very important problem, that should be taken into account in the operation and maintenance costs, as reservoirs are quickly silted up, canals filled with sediment and the lifetime of pumps reduced.

The new strategy in the irrigation subsector suggested by FAO to the Government in its Agricultural Sector Review of 1994 is:

- to set up networks to collect essential climatological, hydrological, and groundwater resources data. A master plan for development of water resources should then be undertaken;

- to improve the development of small dams in the highlands. The Ministry of Agriculture, which is planning the construction of 60 dams over the next few years, should be provided with an Irrigation Advisory Unit, that will assist farmers in the development of some 600 ha of irrigated land, and in the setting up of water user associations at the village level; and

- to supervise the existing concessions in the lowlands, and advise on the granting of further concessions. The Department of Commercial Agriculture, assisted by the Irrigation Advisory Unit, should be the institution in charge of that activity.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1994. Eritrea - Agricultural sector review and project identification. 3 volumes. Report prepared by FAO/IC under Technical Cooperation Programme project TCP/ERI/2353. Rome.

Copyrighted material

ETHIOPIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Ethiopia is a landlocked country in the Horn of Africa. It is dominated by a highland complex of mountains and plateaux (above 1 500 m), which is split from northeast to southwest by the East African Rift Valley, some 40-60 km wide and occupied by a string of lakes. The maximum elevation is 4 600 m above sea level.

The total land area is about 1.1 million km^2. The cultivable land is about 13.2 million ha, or 12% of the total land area. The cultivated land is about 6 million ha, or 45% of the cultivable area, and 5% of the total land area. Small-scale farmers occupy 96% of the cropped area, while the remaining 4% are cropped by State farms and Producers' Cooperatives.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	110 001 000	ha
Cultivable land	1994	13 200 000	ha
Cultivated land	1994	6 000 000	ha
Total population	1994	53 435 000	inhab.
Population density	1994	49	inhab./km^2
Rural population	1994	90	%
Water supply coverage			
Urban population	1993	90	%
Rural population	1993	12	%

The total population is around 53 million inhabitants (1994), of which 90% is rural. The population growth rate is about 3.1% per year. The population density is 49/km^2, but varies from less than 10/km^2 in Oromiya, to almost 250/km^2 in Kembata, in the centre of the country. Nearly 90% of the Ethiopian population live in the highlands.

In 1993, the Ethiopian agricultural sector accounted for over 40% of GDP and more than 80% of the exports. It employs 80% of the population.

Climate and water resources

Annual rainfall varies from less than 100 mm along the border with Somalia and Djibouti to 2 400 mm in the southwest highlands, with a national average of 744 mm/year. In the southern and eastern highlands, there is a pronounced bi-modal rainfall distribution, with the first and generally smaller rains (*belg*) peaking in April, and the second in September. The main dry season extends from October to February, being longer and drier in the north. Rainfall variability is important, particularly in the lower rainfall areas of the northeast highlands. Recurrence of drought is a common phenomenon in Ethiopia.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		744	mm/yr
		818.8	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		110.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 059	m^3/yr
Global renewable water resources		110.0	km^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural		-	10^6 m^3/yr
- Domestic		-	10^6 m^3/yr
- Industrial		-	10^6 m^3/yr
Total		-	10^6 m^3/yr
per caput		-	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		-	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1994	3 637 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1994	189 556	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**189 556**	**ha**
- as a % of cultivated area		1994	3.2	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 3 000 ha	1994	81 138	ha
Medium schemes		1994	44 837	ha
Small schemes	< 200 ha	1994	63 581	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

The main drainage basins are:

- the Blue Nile (Abbay) and the Baro-Akobo towards Sudan;
- the Tekeze-Atbara towards Eritrea and Sudan;
- the Wabi-Shebelle and the Genale-Dawa towards Somalia;
- the Gibe-Omo towards Lake Turkana; and
- the Awash and the central lakes, that are endorheic basins.

Most of the rivers in Ethiopia are seasonal, and about 70% of the total runoff takes place during the months of June, July and August. Dry season flow originates from springs, which provide baseflows for small-scale irrigation. The total annual water resources are estimated at 110 km^3, of which 76.6 km^3 drain into the Nile Basin. The usable groundwater resource is estimated to be 2.6 km^3 for both Ethiopia and Eritrea. However, this estimate is based on scanty hydrogeological information. A small fraction of the groundwater resource is developed for rural water supply. Traditional wells are widely used by nomads.

There are numerous lakes in Ethiopia: the 11 major lakes have a total area of about 7 000 km^2.

The water withdrawal of former Ethiopia (i.e., including Eritrea) in 1987 was about 2.2 km^3 (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal in former Ethiopia, i.e., including Eritrea (total: 2.2 km^3 in 1987)

IRRIGATION DEVELOPMENT

Traditional irrigation is very old in Ethiopia. The traditional small-scale schemes are, in general, simple river diversions. The diversion structures are rudimentary and subject to frequent damage by flood.

'Modern' irrigation was started at the beginning of the 1960s by private investors in the middle Awash valley where big sugar estates, fruit and cotton farms are found. With the 1975 rural land proclamation, the large irrigated farms were placed under the responsibility of the Ministry of State Farms. Almost all small-scale irrigation schemes built after 1975 were made into Producers' Cooperatives. Now the status of the cooperatives is being re-defined, and this will have consequences for irrigation development and management.

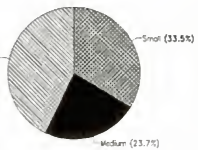
The total water managed area is about 190 000 ha and concentrated in the Awash valley, which accounts for 48% of the total water managed area and 92% of the large schemes built before 1990.

There are three types of irrigation schemes (Figure 2):

Copyrighted material

- *Small-scale* (63 581 ha): smallholder projects for a single peasant association and up to 200 ha in size, for which assistance in development or improvement is carried out on a self-help basis, eventually with support from the Ministry of Agriculture. About 359 000 farmers are involved in traditional small-scale irrigation.

FIGURE 2
Types of full or partial control irrigation schemes (1994)



- *Medium-scale* (41 917 ha existing and 2 920 ha under construction in 1990): schemes between 200 and 3 000 ha, extending beyond one peasant association, and requiring a greater degree of government assistance in development, provided through the Water Resources Development Authority (WRDA). At first intended as self-help, low-cost developments, they were later modified to include commercial production (coffee, sugar or cotton).

- *Large-scale* (46 328 ha existing and 34 810 ha that were under construction in 1990): centrally managed state farms for commercial production, and covering 3 000 ha or more, to be planned and designed by WRDA and constructed under its supervision.

It is difficult to assess the area actually irrigated in Ethiopia. Some schemes have been damaged and are currently not operational. Some other schemes, built and managed by the Producers' Cooperatives but not used by the farmers, who mostly did not want to join these cooperatives, are deteriorating.

The irrigation potential of Ethiopia is estimated to be between 1.8 and 3.7 million ha. The potential for medium- and large-scale irrigation projects was identified as 3 300 000 ha. Separate studies have indicated a potential for small-scale irrigation of between 165 000 and 400 000 ha, although it is probable that there was a degree of double-counting. A recent study gives irrigation potential on a river basin basis, with a total of 3 637 000 ha.

In 1988, the costs of developing large-scale irrigation schemes were between $US 18 000 and $US 25 000/ha, without accounting for water storage. Development costs of medium- and small-scale schemes were between $US 10 000 and 15 000/ha and between $US 2 300 and 3 400/ha, respectively. These high costs are one of the reasons for low economic returns from irrigation in Ethiopia, especially for large schemes, and can explain why the irrigated area is less than 8% of the area potentially irrigable.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Several institutions are involved in water sector assessment and development.

- The Ministry of Natural Resources Development and Environmental Protection (MNRDEP), created in 1994, with a Natural Resources Bureau office in every region. This Ministry is in charge of soil and water protection, rural water supply, sanitation,

Copyrighted material

and medium- to large-scale irrigation schemes. This Ministry supervises the activities of different Departments or Organizations, namely:

- the Water Resources Development Authority (WRDA), which is responsible for the design of irrigation projects;
- the Ethiopian Valleys Development Studies Authority (EVDSA), established in 1987, with the mandate to prepare multisectorial, river basin development master plans, and to investigate water resource development projects to feasibility (technical, economic and environmental) level; and
- the Water Supply and Sewerage Department.

[A new Water Resources Development Authority was to be formed in 1994 from WRDA and EVDSA]

- The Ministry of Agriculture (MOA), in charge of small-scale irrigation. The Irrigation Development Department, created in 1983 and formerly responsible for small-scale irrigation development and management, was dissolved in 1994.

  At national level, responsibility for small-scale irrigation remains in MOA, with the creation of an Irrigation Agronomy Team, under the supervision of the Agricultural Development and Crop Production Department.

  At regional level, small-scale irrigation, including planning, design and construction, now rests with the Natural Resources Bureaux – the regional offices of MNRDEP, under its Irrigation Development Study Team (IDST).

- The Ministry of State Farm Development (MSFD), responsible for the management and operation of large, state irrigation farms.

- The Ministry of Economic Planning and Development (MEPD), coordinating all the sectorial resource assessment and development planning that can be done by the different ministries.

The regions have considerable autonomy in determining, for example, the approach to extension, the role of the cooperatives, and the form of land leasing.

In 1994, there still was no water law in Ethiopia. A development plan for the irrigation subsector was under preparation in 1994.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Seventy percent of Ethiopians live in the mountainous areas, where 60% of the land has slopes greater than 16%. Annual soil losses can reach 300 t/ha. Soil and water conservation, and water harvesting at the catchment-area level, are very important. A policy of supporting peasant activities in soil conservation is necessary.

Copyrighted material

Government policy in irrigation consists of channelling direct investment and support to farmers, while promoting commercial investment in agriculture. Smallholder irrigation in most of Ethiopia will form an integral part of a basically rainfed farming system. MOA, responsible for support to farmers, is in an ideal position to identify needs for irrigation and to mobilize beneficiary participation. That explains why the responsibility of irrigation is shared between MOA for small-scale irrigation and MNRDEP for large- and medium-scale irrigation.

With the latest political and economical reforms, the importance of private agriculture as the foundation of economy is recognized and a greater share of budgetary and human resources will be devoted to the rehabilitation and expansion of the sector. As Peasant Associations and Producers' Cooperatives have failed, the farmers are now forming Water Users' Associations with the technical support of the government or of non-governmental organizations.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Aytenffisu, M. 1981. *Groundwater in Ethiopia*.

FAO. 1990. Irrigation policy and strategy in Ethiopia. Report of FAO Technical Cooperation Project TCP/ETH/8963.

FAO. 1994a. Studies for integrated irrigation systems - Ethiopia - Project findings and recommendations. Terminal Report of UNDP/FAO project ETH/88/001.

FAO. 1994b. Ethiopia: Small-scale irrigation consolidation project, Preparation report. FAO/DDC Report 59/94 ADB-ETH 48.

Copyrighted material

GABON

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Gabon, situé en bordure de l'océan Atlantique est traversé en son centre par l'Equateur. Sa superficie totale est de 267 670 km^2, dont plus de 85% est constitué par la forêt équatoriale.

La population était de 1,3 million d'habitants en 1994, dont 54% de ruraux. La densité moyenne de la population est à peine de 5 hab./km^2. La société rurale est actuellement marquée par une féminisation de sa population, principalement à cause des migrations des hommes vers la ville et les zones d'activité liées au pétrole.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	26 767 000 ha
Superficie cultivable	1994	20 000 000 ha
Superficie cultivée	1994	100 000 ha
Population totale	1994	1 283 000 hab.
Densité de population	1994	5 hab./km^2
Population rurale	1990	54 %
Accès à l'eau potable		
Population urbaine	1990	90 %
Population rurale	1990	50 %

L'agriculture occupe environ 60% de la population active mais ne représente que 6,3% du PIB. L'économie est en effet dominée par le pétrole qui constitue 47% du PIB, 60% des recettes budgétaires et 80% des exportations, d'où la dépendance du Gabon envers l'extérieur pour satisfaire ses besoins alimentaires.

Climat et ressources en eau

Le climat est du type équatorial humide, avec une pluviométrie annuelle qui varie de 3 000 à 3 200 mm dans le nord-ouest près de Libreville à 1 400 - 1 600 mm dans les plaines de l'Ogooué et de la Nyanga au sud-est du pays. La pluviométrie moyenne est de 1 803 mm/an. Deux saisons pluvieuses, de septembre à mi-décembre et de mi-février à mai, sont séparées par deux saisons sèches, de juin à août et de mi-décembre à mi-février. L'humidité est élevée puisqu'elle reste toute l'année supérieure à 80%. Les températures sont élevées tout au long de l'année (de 20° à 28°C selon les régions) et l'amplitude thermique annuelle est faible: de 2° à 4°C.

Le bassin de l'Ogooué, dont les principaux affluents sont la Ngounié et l'Ivindo, couvre 75% du territoire, tandis que les principaux autres bassins sont ceux de la Nyanga au sud du

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 803	mm/an
		482,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		164,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	127 825	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		164,0	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	3,6	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	43,2	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	13,2	10^6 m^3/an
Total		60,0	10^6 m^3/an
par habitant	1987	56,9	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,04	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1985	440 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1987	3 150	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1987	1 300	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1987**	**4 450**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	4.5	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 1 000 ha	1987	3 000	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< 1 000 ha	1987	150	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées		1987	4 450	ha
- riz		1987	4 450	ha
-				ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

pays, et de la Mbé et du Komo au nord du pays qui se rejoignent dans l'estuaire du Gabon, qui borde la capitale Libreville. Les cours d'eau sont pérennes, très réguliers en débit et sont utilisés tant pour la navigation humaine que pour la navigation des marchandises, du bois en particulier.

Avec des ressources en eau évaluées à 127 825 m^3/hab. par an, le Gabon est l'un des pays les mieux pourvus en eau du monde.

Les prélèvements en eau étaient évalués à 60 millions de mètres cubes en 1987, dont 4 millions de mètres cubes pour l'agriculture (figure 1), ce qui parait sous-estimé, même en ne considérant que la superficie équipée en maîtrise totale/partielle.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,06 km³ en 1987)

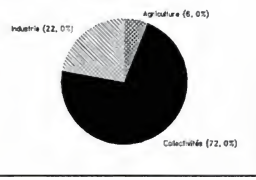
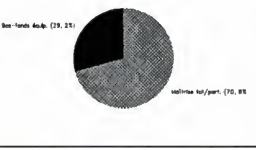


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1987)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel pour l'irrigation était évalué à 440 000 ha en 1985.

Les superficies avec contrôle de l'eau étaient estimées à 4 450 ha en 1987 (figure 2).

Les superficies équipées en maîtrise totale/partielle pour la riziculture sont estimées à 3 150 ha. Elles correspondent au périmètre de Boumango, situé à l'extrême sud-est du pays près de la rivière Ogooué, qui a été équipé sur une superficie de 3 000 ha, et aux périmètres de Ntoum, près de Libreville, équipés pour une superficie de 150 ha.

Les superficies dans les bas-fonds et les marais équipés sont estimées à 1 300 ha, principalement cultivées en riz et en maraîchage aux abords de Port-Gentil et au sud-est du pays.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le Ministère de l'énergie et des ressources en eau, à travers son Département de l'eau, est, avec le Ministère de l'agriculture, la principale institution concernée par les problèmes liées à l'eau.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Le Gabon bénéficie de ressources en eau très importantes qui sont encore peu exploitées. Ainsi, plus d'une dizaine de sites ont été identifiés pour la construction de barrages à vocation hydroélectrique.

Copyrighted material

Par ailleurs, l'approvisionnement en eau potable des populations rurales et urbaines semble être la préoccupation principale des autorités dans le domaine de l'eau. Les possibilités d'exploitation de l'eau souterraine ont ainsi été inventoriées afin d'identifier les solutions optimales.

L'irrigation reste pour l'instant limitée à la culture du riz, en particulier dans les zones les moins humides du sud du pays. Cependant, la production maraîchère du pays n'est pas autosuffisante et le développement de l'irrigation pourrait autoriser une production maraîchère de contre-saison pour l'approvisionnement de Libreville et de Port-Gentil.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. 1988. Gabon. Mission de reconnaissance/identification de projets agricoles FAO/BAD. FAO/AfDB Programme de soutien à l'investissement. FAO, Centre d'investissement. Rapport N° 90/88 AF-GAB 7 WP. Rome.

Copyrighted material

THE GAMBIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

The Gambia is the smallest country on the African continent, with an area of 11 300 km^2, of which about 20% is considered as wetland. The cultivable land area is estimated at about 430 000 ha, which is 38% of the total area. The cultivated area was 195 543 ha in 1991, or 45% of the cultivable area and 17% of the total area.

The total population is about 1 million (1994), of which about 75% is rural. The average population density is 96/km^2, but ranges from 40 to more than 130/km^2 (excluding Banjul, the capital). The Gambia has one of the highest population growth rates in the world: 4.1% per year.

Agriculture accounts for 25% of GDP and employs 60% of the households.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	1 130 000	ha
Cultivable land	1992	430 000	ha
Cultivated land	1991	195 543	ha
Total population	1994	1 081 000	inhab.
Population density	1994	96	inhab./km^2
Rural population	1993	75	%
Water supply coverage			
Urban population	1992	97	%
Rural population	1992	50	%

Climate and water resources

The country lies in the Sahelian agro-climatic zone and has a long dry season between November and May. Average daily temperature is 30°C in the dry season and 27°C in the wet season. The average annual rainfall is 961 mm. There has been a steady decline in rainfall from 1875 onwards, which still continues and which is causing increased salinity in the lowlands and increased aridity in the uplands.

The country is almost completely included in the basin of River Gambia, which discharges 8 km^3 yearly into the ocean. At the border with Senegal, the river has an annual discharge estimated at about 5 km^3. Because of the flat topography there is a pronounced marine influence: in the dry season the salt tongue moves as far as 250 km upstream. The seasonality and salinity have important repercussions on land use.

In 1982, water withdrawal was 0.020 km^3 (Figure 1). Of this, 0.018 km^3 was agricultural water withdrawal, but this figure probably covers only the full or partial control irrigation schemes (1 670 ha).

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		961	mm/yr
		10.9	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		3	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 775	m^3/yr
Global renewable water resources		8	km^3/yr
Dependency ratio		62.5	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1982	18.2	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1982	1.4	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1982	0.4	$10^6\ m^3/yr$
Total		20	$10^6\ m^3/yr$
per caput		29	m^3/yr
es a % of internal renewable water resources		0.7	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1984	80 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1991	1 670	ha
- surface irrigation		1991	1 670	ha
- sprinkler irrigation		1991	0	ha
- micro-irrigation		1991	0	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated		1991	65	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1991	13 170	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1991**	**14 840**	**ha**
- as a % of cultivated area		1991	7.6	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1991	18 254	t
as a % of total grain production		1991	19.6	%
Harvested crops under irrigation		1991	11 277	ha
- rice		1991	11 277	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.02 km³ in 1982)

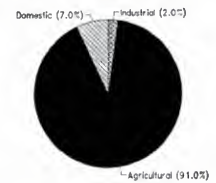
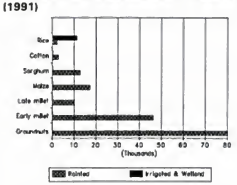


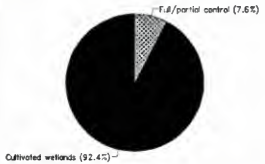
FIGURE 2
Area (ha) of harvested irrigated and rainfed crops (1991)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The area harvested annually is about 180 000 ha, or some 40% of the country's cultivable land. The major crops grown are groundnut, millet, sorghum, maize and rice. Minor crops include cotton and vegetables (Figure 2). Nearly all of it is rainfed. Only about 1 500 ha is under pump irrigation, although rice is also grown on some additional 10 000 to 15 000 ha of mangrove swamps and freshwater swamps (Figure 3). In the mangrove area, rice is grown from August to January by constructing simple protection dikes.

FIGURE 3
Distribution of the water managed areas (1991)



To avoid an increase in salinity, the safe limit for irrigation from the river Gambia, without major dam construction, was estimated to be a maximum of 2 400 ha in the dry season. The lower and lower central river sections (up to Carrol's Wharf) contain considerable areas of actual and potential acid sulphate soils.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Policy guidance and technical support for agriculture is provided by the Ministry of Agriculture (MOA) through a Central Management Unit and four main Departments.

The Department of Agricultural Services (DAS) is responsible for Agricultural Extension Services, the Soil and Water Management Unit (SWMU), the Crop Protection Service, the Food and Nutrition Unit, and the Agricultural Communications Unit. SWMU is in charge of developing policies on soil and water management, land capability zoning, upland conservation and development of small-scale water control schemes in lowland rice ecologies. It is divided into five sections, of which the Engineering Section is involved in irrigation development.

Copyrighted material

The Department of Water Resources (DWR) of the Ministry of Natural Resources and Environment (MNR&E) liaises closely with SWMU.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Rice is traditionally cultivated, primarily in the lowlands, as a subsistence crop. As a consequence of rapid population growth, demand greatly exceeds local production and the country is currently importing large quantities of rice to meet its domestic requirements.

National policies give high priority to increased rice production using technologies which are environmentally sound and sustainable without subsidies. Government also gives high priority to food security and poverty alleviation within the context of sustainable development.

According to a recent IFAD and FAO Investment Centre mission, rice could be produced in a competitive way if it focuses on the appropriate ecology and adopts a simple and sustainable technology. It proposed a 20-year Lowlands Agricultural Development Programme (LADEP) covering traditional rice ecologies throughout The Gambia.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistics Department, Ministry of Finance and Economic Affairs. 1993. *Statistical Abstract of The Gambia 1992.*

Department of Planning, Ministry of Agriculture. 1991. *Statistical Yearbook of Gambian Agriculture 1990.*

FAO. 1982. The Gambia: Water Resources Development in the Framework of the National Food Plan. Report prepared by P. Pallas and S. N'Guiamba for FAO Technical Cooperation Programme project TCP/GAM/0104. Rome.

FAO. 1984. Agricultural Research in The Gambia River Basin. Rome.

FAO. 1994. The Gambia: Lowlands Agricultural Development Programme. FAO Investment Centre/IFAD Cooperation Programme report N° 52/94 IFAD-GAM 15. Rome.

Copyrighted material

GHANA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Ghana, located in western Africa, has a total area of 238 540 km^2. The cultivable area is about 100 000 km^2, which is 42% of the total area. The cultivated area is about 11 400 km^2, which is 4.8% of the total area and 11.4% of the cultivable area.

The population is estimated to be almost 17 million (1994), of which 66% is rural. The average population density is 71/km^2, but ranges from 20/km^2 in the Northern Province to 575/km^2 in the Greater Accra province. The population growth rate was estimated at 3.5% per year during the period 1984 to 1991.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	23 854 000	ha
Cultivable land	1990	10 000 000	ha
Cultivated land	1990	1 140 000	ha
Total population	1994	16 944 000	inhab.
Population density	1994	71	inhab./km^2
Rural population	1990	66	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	90	%
Rural population	1990	29	%

Agriculture contributed 44.7% to the GDP in 1994.

Water resources

Average rainfall is about 1 264 mm/year, but ranges from 890 mm/year in the coastal zone near Accra to 2 030 mm/year in the southwestern rainforests. The rainfall is bi-modal in the southwestern forest zone, giving a major and a minor growing season; elsewhere, a uni-modal distribution gives a single growing season from May to October. Except for the southwestern zone, the reliability of the rainfall, particularly after crop germination, is a major factor affecting crop growth.

Global water resources are estimated at 53.2 km^3 per year, consisting of 30.3 km^3/year of internally produced water resources and 22.9 km^3/year of runoff from other countries.

The drainage network of Ghana is divided into three main systems: the Volta river system, the southwestern river basins, and the coastal rivers.

- The Volta river system is the largest drainage system in Ghana. The Black Volta, White Volta and the Oti rivers flow from Burkina Faso southwards to Ghana to form the Lower Volta. This river system catchment accounts for about three-quarters of the total land area, and has been dammed at Akosombo and at Kpong for hydropower power

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		1 264	mm/yr
		301.7	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		30.3	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	1 788	m^3/yr
Global renewable water resources		53.2	km^3/yr
Dependency ratio		43.0	%
Total dam capacity	1994	148.5	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1970	156	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1970	105	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1970	39	$10^6\ m^3/yr$
Total		300	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1970	35	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		1.0	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1994	1 900 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1994	6 374	ha
- surface irrigation		1994	5 794	ha
- sprinkler irrigation		1994	580	ha
- micro-irrigation		1994	0	ha
% of area irrigated from groundwater		1994	0	%
% of area irrigated from surface water		1994	100	%
% of equipped area actually irrigated		1994	61	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**6 374**	**ha**
- as a % of cultivated area		1994	0.6	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1994	57.6	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 500 ha	1994	4 720	ha
Medium schemes		1994	1 204	ha
Small schemes	< 100 ha	1994	450	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- rice			-	ha
- vegetables			-	ha
- maize			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation		1992	1 480	ha

Copyrighted material

generation. Behind Akosombo, one of the largest manmade lakes has been created, with a surface area of 8 500 km^2 and a capacity of 148 km^3.

- The southwestern river system drains about one-fifth of the total land area of Ghana. The system comprises the Bia, Tano, Ankobra and Pra rivers.

- The southeastern part of the country is drained by a number of coastal rivers. Together, they account for 5% of the land area of the country.

In the urban areas, 90% of the population has access to piped drinking water, while only 29% of the rural population has access to safe drinking water. Total water withdrawal was estimated at 0.3 km^3 in 1970 (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.3 km^3 in 1970)

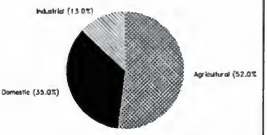
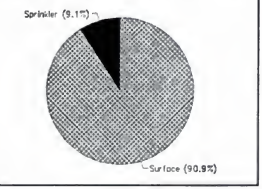


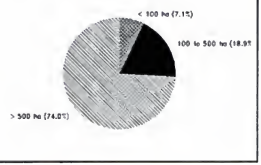
FIGURE 2
Irrigation techniques, full or partial control (1994)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The potential for irrigated rice production in the Inland Valley Swamps (IVS) and river flood plains is about at 1.9 million ha in Ghana, according to the World Bank's estimate. The potential for full control irrigation development, based on soil and water availability, is estimated at 346 000 ha.

FIGURE 3
Types of full or partial control irrigation schemes (1994)



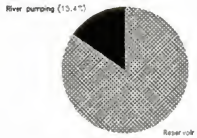
The total water managed area is about 6 374 ha. In fact, this area corresponds to the full or partial control irrigated area, as there are no data relative to the existing wetlands and IVS. On the major part (5 794 ha), surface irrigation is practised, while sprinkler irrigation is used on 580 ha (Figure 2). Large-scale irrigation schemes (> 500 ha) cover 4 720 ha; medium-scale irrigation schemes (100-500 ha) cover 1 204 ha, while small-scale schemes (< 100 ha) cover 450 ha (Figure 3). The developed area is solely irrigated by surface water (Figure 4), through gravity, pumping or a combination. The area actually irrigated is only 3 920 ha, as a large part of the equipped area is not currently in use.

Average yield for irrigated rice is 5 to 6.5 t/ha, compared with yields of between 1.0 and 1.5 t/ha under uncontrolled conditions. The major irrigated crop is rice, followed by tomato, okra, pepper, aubergine, cowpea and maize.

Copyrighted material

Costs of irrigation development vary widely – from about $US 5 000 to 50 000/ha, while the threshold level for irrigation investment should not be more than $US 6 200/ha based on 1989 rice prices. Projects such as Ashaiman, Afife, Vea, Aveyima and Weija cost between $US 5 000 and 14 000/ha, whilst costs for Tono and Bantanga were between $US 40 000 and 50 000/ha due to the lie of the land. Typical costs are about $US 2 500/ha for water conservation projects, and between $US 4 000 and 6 500/ha for small schemes of about 100 ha that use pumps.

FIGURE 4
Origin of irrigation water, full or partial control (1994)



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Ghanaian irrigation development is dominated by the public sector. The Ghana Irrigation Development Authority (GIDA) was, until recently, the sole agency involved in the management of the schemes. GIDA provided all agricultural inputs and extension services. It operated and maintained the system, delivered the water to the farmer's fields and secured credit. The comprehensive involvement of GIDA has been cited by the World Bank as one of the causes of poor performance in the majority of the irrigation projects. Therefore, GIDA is testing the concept of fully involving the beneficiary groups in project identification, construction and management, through the establishment of Cooperative Societies. In the future, communities wishing to have new irrigation projects must form Cooperative Societies to show their commitment. GIDA will train the farmers, and the extension staff of the Ministry of Food and Agriculture will be based in the project, which approach should ensure sustainability following the departure of GIDA after 3-4 years. However, GIDA may provide backstopping when necessary.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

The utilization of the irrigation potential and improvement in irrigation output are constrained by the following obstacles:

- the limited capability to identify, formulate and implement projects that are adapted in an optimum way to the land and water resources (topography not suitable for efficient reservoir construction, and high evaporation rates), reflected in high development cost per hectare, according to a 1991 World Bank study;
- the lack of appropriate and consistent policies for water development for both large- and small-scale projects;
- the current land tenure system, which does not encourage private participation on a sustainable basis as it limits access to credit and discourages land improvement;
- the lack of appropriate policies on cost recovery and water pricing, or, even where such policy exists, difficulties in implementation; and

Copyrighted material

- the lack of any injection of private capital investment into irrigation development.

The nature of the land and surface water resources makes the potential for further development of large-scale irrigation schemes costly. A cheaper alternative could be development of small-scale IVS projects (*fadamas*) and river flood plains. These areas are suitable for rice cultivation and irrigable by shallow groundwater or controlled flooding. However, the accelerated sedimentation that would be generated from these areas by natural processes and by agricultural activities due to the introduction of irrigation will need to be controlled, *inter alia,* by improved tillage systems. If this is not done, then the intensive development of inland valley bottoms and river flood plains could lead to rapid siltation of the water channels and dams.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Ministry of Agriculture. 1991. Agriculture in Ghana, Facts and figures.

Rural Water Supply Ghana. 1991. Rural water supply and sanitation section strategy.

Statistical Service. 1984. Population census of Ghana: Demographic and Economic.

Water Resources Research Institute/FAO. 1993. Survey on water use for agricultural and rural development.

World Bank. 1990. Ghana Medium-term Agricultural Development Programme.

Copyrighted material

GUINEE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La Guinée, située en Afrique occidentale, a une superficie totale de 245 857 km^2. La superficie cultivable est évaluée à 6 millions d'hectares, soit 24% de la superficie totale. La superficie cultivée est de 1,6 millions d'hectares, soit 26% de la superficie cultivable et 6,5% de la superficie totale.

La population était estimée à 6,5 millions d'habitants en 1994, dont 74% de ruraux. La densité moyenne est de 26 hab./km^2, mais elle varie de 10 hab./km^2 à Beyla en Guinée forestière à 100 hab./ km^2 à Labé en moyenne Guinée, et à 2 300 hab./km^2 dans la zone de Conakry, la capitale.

Le secteur agricole emploie environ 64% de la population.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays at population

Superficie du pays	1994	24 585 700	ha
Superficie cultivable	1994	6 000 000	ha
Superficie cultivée	1991	1 600 000	ha
Population totale	1994	6 501 000	hab.
Densité de population	1994	26	hab./km^2
Population rurale	1990	74	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1991	86	%
Population rurale	1990	37	%

Climat et ressources en eau

Le climat dominant de la Guinée est du type tropical semi-humide, soudano-guinéen, résultante de l'intervention de deux vents dominants: la mousson et l'harmattan soufflant respectivement de l'océan Atlantique et du Sahara. La pluviométrie moyenne est de 1 835 mm par an, mais elle varie selon les régions de 1 100 mm à plus de 4 200 mm par an. Dans les régions les moins pluvieuses, des aménagements sont indispensables à la conduite des cultures de contre-saison et à la sécurisation de la conduite des cultures en saison pluvieuse. Dans les régions bénéficiant d'une pluviométrie plus importante, l'irrégularité de la répartition pluviométrique constitue une contrainte à la conduite des cultures, contrainte qui peut être levée grâce à des aménagements adéquats. Le climat comporte partout deux saisons dont la durée varie selon les régions: une saison sèche de quatre à six mois et une saison pluvieuse de six à huit mois. Les températures moyennes annuelles varient de 21° à 27°C. L'humidité relative est très élevée dans le pays puisque la moyenne annuelle est de 60%.

Les ressources en eau de surface sont estimées à 188 km^3. De ce volume la plupart est drainée vers les pays voisins et la mer, ce qui explique que l'on appelle souvent la Guinée

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 835	mm/an
		451,2	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		226	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	34 764	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		226	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	644	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	74	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	22	10^6 m^3/an
Total		740	10^6 m^3/an
par habitant	1987	139	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,3	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	520 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	15 541	ha
- irrigation de surface		1994	13 947	ha
- irrigation par aspersion		1994	1 594	ha
- micro-irrigation		1994	0	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1994	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1994	100	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1994	77 339	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1994	6 268	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**99 148**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	6,2	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 50 ha	1994	8 233	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< 50 ha	1994	7 308	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
- riz			-	ha
- maraîchage			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,74 km³ en 1987)

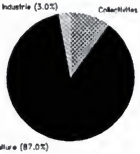
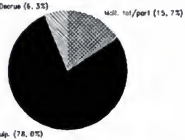


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)



le château d'eau de l'Afrique de l'Ouest. La Guinée comprend notamment les hauts bassins des grands fleuves internationaux comme le Niger, la Gambie, la Mano et le Sénégal. D'autres fleuves comme le Konkouré, la Fatala, le Kogon, et le Tinguilinta drainent une partie du territoire Guinéen directement vers la mer.

Les ressources en eau souterraines sont évaluées à 72 km^3, dont 38 km^3 renouvelables en année de pluviosité moyenne.

Les prélèvements étaient estimés en 1987 à 0,74 km^3 (figure 1).

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel des terres où un contrôle de l'eau est possible est évalué à 520 000 ha dont 180 000 ha correspondent à des bas-fonds ou des marais aménageables.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 99 148 ha (figure 2).

La superficie équipée pour une maîtrise totale et partielle de l'irrigation est de 15 541 ha. Ces périmètres, dont la distribution par taille est donnée à la figure 3, sont irrigués à partir d'eaux de surface, principalement avec une irrigation de surface (figure 4). Les systèmes de

FIGURE 3
Typologie des perimètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1994)

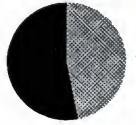
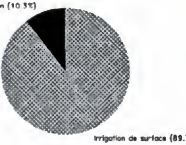


FIGURE 4
Techniques d'irrigetion, maîtrise totale/partielle (1994)



Copyrighted material

redevance sont fixés par des comités de gestion des périmètres qui disposent d'une certaine autonomie. De 1984 à 1991, plus de 7 900 ha ont été réhabilités. La superficie réellement irriguée serait, selon certains observateurs, bien inférieure à 15 000 ha.

La superficie dans les bas-fonds et les marais équipés est évaluée à 77 339 ha. Cette superficie peut être divisée en:

- 13 350 ha de plaines de mangroves équipées pour une maîtrise totale moderne de l'irrigation (Monchon: 4 000 ha. Koba: 4 000 ha. Kabak: 2 350 ha. Kakossa: 3 000 ha). Ces périmètres ont été aménagés sous la première République, mais ne sont plus cultivés que sur 4 600 ha. Le périmètre de Koba a fait l'objet d'une réhabilitation sur 700 ha entre 1987 et 1991, et le périmètre de Monchon sur 2 400 ha entre 1984 et 1992.

- 40 000 ha d'autres mangroves. Ces zones, situées en Guinée maritime ont été mises en valeur par les populations locales qui ont su transformer les terres basses alluviales, en partie submersibles par les eaux de mer et les marigots, en véritables polders où le riz est cultivé. Le potentiel de ces mangroves serait, selon certaines sources, supérieur à 100 000 ha;

- 23 989 ha de bas-fonds et marais équipés. De ce total, 2 700 ha ont été équipés sous la supervision des bureaux techniques du génie rural, dont 1 850 ha dans le cadre du Programme national d'infrastructures rurales. Cependant, une grande partie de ces bas-fonds nécessite une réhabilitation.

Aucune donnée chiffrée n'est malheureusement disponible sur les bas-fonds et les marais cultivés et non équipés.

La superficie aménagée pour l'implantation de cultures de décrue, principalement le riz, est de 6 268 ha. Une submersion plus ou moins contrôlée y est pratiquée.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les principales institutions publiques intervenant dans la gestion et la mise en valeur des ressources en eau sont:

- le Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts (MAEF), avec:

  - la Direction nationale du génie rural (DNGR), qui comporte:

    a) la Division des aménagements hydro-agricoles, chargée de concevoir, mettre en oeuvre, suivre et coordonner tous les programmes de construction, d'entretien et de réhabilitation des aménagements hydro-agricoles;
    b) la Section mangroves, responsable de toutes les actions de recherche ou de développement des mangroves et des zones côtières;
    c) les Bureaux techniques du génie rural, qui sont le relais au niveau régional de la Direction du génie rural;

  - la Direction nationale de l'agriculture (DNA);
  - le Service d'aménagement des points d'eau (SNAPE).

Copyrighted material

- le Ministère des ressources naturelles, avec:

  - la Direction nationale des énergies nouvelles et renouvelables;
  - le Bureau guinéen de géologie appliquée (BGGA);
  - la Direction nationale de l'hydraulique.

Le code domanial et foncier englobe les eaux souterraines et les eaux de surfaces dans le domaine public de l'Etat. Le code de l'eau, élaboré en 1990 par la Direction nationale de l'hydraulique, définit la réglementation de l'usage et de la protection des eaux de surface et des eaux souterraines.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les nouvelles orientations politiques générales, en particulier le désengagement de l'Etat des activités de production, le promotion du secteur privé et des organisations paysannes, l'approche participative du développement, ainsi que l'analyse des échecs et des succès des précédents aménagements hydro-agricoles ont entraîné une redéfinition de la politique d'intervention de l'Etat en matière d'aménagements hydro-agricoles.

La mise en oeuvre du Programme national d'infrastructures rurales (PNIR) a entraîné le redéploiement sur le terrain de la Direction nationale du génie rural à travers ses bureaux régionaux et ses sections préfectorales et sous-préfectorales.

L'équipement et la formation d'entrepreneurs spécialisés devraient permettre la réalisation d'aménagements de 300 ha par an de bas-fonds dans le cadre du PNIR, et cela, à court terme. Cependant, la capacité de réalisation de ces entrepreneurs permet d'envisager l'équipement de 1 000 ha de bas-fonds par an, ce qui devrait permettre la réalisation d'autres actions de développement et d'aménagement de bas-fonds, principalement en Guinée forestière, envisagées par d'autres opérateurs (ONG, Sociétés ou Projets de développement, Organisations internationales).

A terme, une contribution significative de l'hydro-agriculture à la sécurité alimentaire nationale devrait passer également par une mise en valeur des petites et moyennes plaines.

La participation des bénéficiaires à l'aménagement devrait être facilitée par la réforme de la législation foncière, actuellement en cours d'étude.

Le Projet Etudes côtières a mis en évidence la complexité de l'écosystème du littoral, et l'importance de l'instabilité dynamique des berges qui engendre le haut degré de fertilité des sols de mangrove. Le développement actuel des recherches sur la mise en valeur des plaines estuariennes montre que l'exclusion complète de l'inondation par l'eau de mer dans les parcelles conduit immanquablement à une diminution de la fertilité potentielle des sols de cette zone. Les objectifs des aménagistes devraient donc s'orienter tant sur l'amélioration des conditions d'inondation que des conditions de drainage: l'amélioration des schémas de circulation et de régulation hydrauliques devrait déboucher sur un système de gestion de l'eau à la parcelle. D'autre part, la stratégie d'aménagement des mangroves s'oriente vers une intégration des activités économiques que celles-ci supportent (riziculture, pêche, ressources ligneuses, production saline).

Copyrighted material

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Direction nationale du génie rural, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1991. Table ronde sur le secteur agricole, Note thématique N° 12, Aménagements hydro-agricoles.

Direction nationale du génie rural, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1994. Rapport d'activités des bureaux techniques du génie rural.

Direction nationale de l'hydraulique. 1985. Annuaire hydrologique.

Euroconsult/Coyne et Bellier/Sir A. Gibb & Partners. 1983. Plans généraux d'aménagement hydraulique.

Facon, T. 1994. Développement de la petite irrigation en Guinée. FAO, document interne.

Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1992. Rapport général de l'enquête agricole permanente 1991-92.

PNUD/DIRASSET. 1988. Etude socio-économique régionale. Projet PNUD/DTCD/GUI/84/007.

Copyrighted material

GUINEE-BISSAU

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La Guinée-Bissau, située sur la côte occidentale de l'Afrique, a une superficie de 36 120 km^2, ce qui en fait l'un des plus petits pays africains. Elle comprend une partie continentale et 40 îles, dont 20 sont habitées. La superficie cultivée s'élevait à environ 153 000 ha en 1993, soit 4% de la superficie totale du pays.

La population était estimée à environ 1 million d'habitants en 1994, dont 80% de ruraux. La densité de population est de 28 hab./km^2, mais elle varie de 10 environ sur les îles à 33 hab./km^2 à l'ouest du continent (en ne tenant pas compte de la capitale). Le taux annuel de croissance démographique était de 2,1% pendant la période 1979-91.

L'économie du pays est essentiellement agricole, l'agriculture faisant vivre 90% de la population et représentant 53% de la valeur du PNB et 80% des exportations (essentiellement la noix de cajou).

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	3 612 000	ha
Superficie cultivable	1994	622 000	ha
Superficie cultivée	1993	153 004	ha
Population totale	1994	1 050 000	hab.
Densité de population	1994	29	hab./km^2
Population rurale	1990	80	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1991	19	%
Population rurale	1991	42	%

Climat et ressources en eau

Le climat de la Guinée-Bissau est de type tropical humide, caractérisé par de faibles variations de température tout au long de l'année. La température moyenne annuelle est de 28°C. Les précipitations varient de 1 300 mm/an dans la région est, subissant l'influence du climat sahélien, à 2 700 mm/an à l'extrême sud du littoral (île de Como). La moyenne des précipitations est estimée à 1 705 mm/an. Le mois d'août est le plus pluvieux, recueillant 30 à 45% de la pluviométrie annuelle totale.

Le pays est traversé d'est en ouest par de nombreux fleuves dont les plus importants sont les rios Geba, Corubal et Cacheu. Ces fleuves forment à leur embouchure de larges estuaires très découpés dont les nombreuses branches pénètrent profondément la plaine côtière constituée pour l'essentiel de mangroves, de terres marécageuses inondées par les marées et plantées de palétuviers, couvrant une superficie d'environ 800 000 ha.

Les ressources en eau de ruissellement internes sont abondantes, mais mal réparties, puisque 90% s'écoulent sur six mois et ne sont distribuées que sur la moitié orientale du

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 705	mm/an
		61,6	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		16,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	15 238	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		27,0	km^3/an
Indice de dépendance		40,7	%
Capacité totale des barrages	1994	0	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1991	6,0	10^6 m^3/an
- Collectivités	1991	10,0	10^6 m^3/an
- Industrie	1991	0,6	10^6 m^3/an
Total		16,6	10^6 m^3/an
par habitant	1991	17	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,1	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

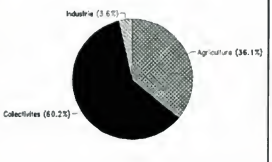
TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1993	281 290	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	5 110	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1994	11,7	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1994	88,3	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1994	100	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1994	12 005	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1994	25 322	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**42 437**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	27,6	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1991	2,1	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1994	83 995	t
en % de la production totale de céréales		1994	48,8	%
Cultures irriguées		1994	42 437	ha
- riz		1994	42 437	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

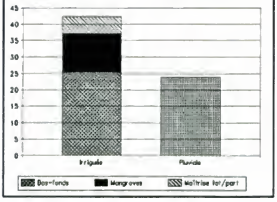
pays. Les ressources en eau renouvelables internes sont évaluées à 16 km^3 par an, mais seulement 6,8 km^3 en année décennale sèche, ressources qui ne sont pratiquement pas exploitées. Les eaux souterraines superficielles sont estimées à quelques centaines de millions de mètres cubes par an; elles ont de faibles débits d'exploitation et, en bordure de mer, des problèmes de salinité. Les nappes profondes, encore mal connues, ne sont que partiellement exploitables et constituent une ressource renouvelable de l'ordre de 10 à 30 millions de mètres cubes par an.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,017 km^3 en 1991)



Le prélèvement d'eau a été estimé à environ 17 millions de mètres cubes en 1991 (figure 1), dont 6 millions pour l'agriculture. Ce dernier chiffre, même s'il tient compte seulement des superficies irriguées en maîtrise totale/partielle, semble sous-estimé.

FIGURE 2
Répartition des superficies rizicoles avec contrôle de l'eau et pluviale



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

L'économie est fondée sur l'agriculture pluviale, avec un seul cycle annuel de cultures, qui bénéficie d'une pluviométrie abondante et de surfaces cultivables importantes et fertiles.

La culture principale est le riz, qui couvrait environ 43% de la superficie cultivée durant la saison 1993-94, suivi par d'autres céréales (maïs, sorgho, mil, fonio) avec 41% et l'arachide avec 12%. Le reste était occupé par le manioc (3%) et le haricot (1%).

A l'exception de quelques petits périmètres de cultures maraichères, le riz est la seule culture irriguée, soit sur des terres de mangroves aménagées (12 005 ha en 1993-94), soit dans les bas-fonds (25 322 ha), soit en maîtrise totale/partielle (5 110 ha) (figure 2). Le riz pluvial était cultivé sur 23 961 ha en 1993-94. La superficie rizicole potentielle totale, qu'elle soit de mangrove, de bas-fonds ou irriguée en maîtrise totale/partielle, était estimée à 281 290 ha en 1978, indépendamment de la riziculture pluviale. De ce total, seuls 15% sont actuellement exploités.

Les surfaces irriguées en utilisant les eaux souterraines sont faibles. Un inventaire des forages et de la quantité d'eau utilisée pour l'irrigation (3 millions de mètres cubes par an) permet de les estimer à environ 600 ha.

Pour l'irrigation des superficies de plus de 30 ha, le coût de l'eau de surface est estimé à 0,02 $EU/$m^3$ et le coût de l'eau souterraine à 0,07 $EU/$m^3$. Pour des superficies de moins de 30 ha, ces chiffres s'élèvent respectivement à 0,03 et 0,30 $EU/$m^3$.

Copyrighted material

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

La Direction générale des ressources naturelles (DGRN), qui dépend du Ministère de l'énergie, de l'industrie et des ressources naturelles, est chargée de la gestion des ressources en eau et de l'alimentation en eau des villages et des centres secondaires.

La Direction de l'hydraulique agricole et des sols (DHAS) du Ministère du développement rural et de l'agriculture (MDRA) s'occupe des aménagements hydro-agricoles et de leur gestion.

Le Ministère de l'équipement social (MES) intervient dans le cadre des Projets d'adduction et d'assainissement de Bissau. Plusieurs projets sont en effet intervenus, comme le Projet PASI (réhabilitation des infrastructures), financé par la Banque mondiale et terminé en 1992, et des projets d'assainissement financés par la coopération néerlandaise.

La SOLIDAMI est chargée de la coordination des actions des organisations non gouvernementales dont certaines interviennent dans la création de puits.

Le Code des eaux, préparé par le Projet *Schéma directeur pour le secteur eau et assainissement* et approuvé en 1992, fixe les grandes orientations et les attributions des organismes concernés et pose les bases d'une organisation de la gestion des ressources et de l'administration des droits sur l'eau.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Selon le projet *Schéma directeur pour le secteur eau et assainissement*, un des moyens d'atteindre les objectifs d'autosuffisance alimentaire, d'augmentation de la production pour l'exportation et de diversification de la production est le développement de l'irrigation, qui permet de sécuriser les productions et d'augmenter les rendements, et la mise en valeur des terres non cultivées. La diminution de la pluviométrie observée pendant les deux dernières décennies montre l'intérêt que revêt l'irrigation de complément pour garantir la production et contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. Dates diverses. Enquête annuelle sur les superficies, rendements et productions. Résultats pour les campagnes 1990/91, 1991/92 et 1993/94. Rapports PNUD/FAO, projet GBS/90/004.

PNUD. 1991. Rapport du projet GBS/87/002, Schéma directeur pour le secteur eau et assainissement.

PNUD/FAO. 1993. Bilan diagnostic du secteur agricole. Rapport du projet GBS/92/T01/A.

PNUD/BAD/Ministère français de la coopération. 1992. Evaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne, Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Guinée Bissau. Projet PNUD RAF/87/030.

Copyrighted material

KENYA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Kenya, situated on the east coast of Africa, has a total area of 580 370 km^2. Cultivable land is estimated at about 57 million ha, which is 98% of the total area. However, only about 10 million ha are classified as high- to medium-potential land. Approximately 80% of land is classified as semi-arid or arid. The cultivated area was 3.7 million ha in 1989, which is 38% of the high- to medium-potential cultivable land and 6.4% of the area of the country.

The total population is 27 million (1994) and is estimated to be growing at 3.4% annually on a national basis. The rural population is estimated at 80%. The leading sector in the national economy is the agricultural sector, which accounted for 30% of GDP (1988).

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	58 037 000	ha
Cultivable land	1992	9 936 000	ha
Cultivated land	1989	3 738 105	ha
Total population	1994	27 343 000	inhab.
Population density	1994	47	inhab./km^2
Rural population	1989	80	%
Water supply coverage			
Urban population	1994	100	%
Rural population	1994	50	%

Climate and water resources

The mean annual rainfall of 572 mm ranges from less than 200 mm in northern Kenya to 2 000 mm/year on the slopes of Mount Kenya. The movement of the inter-tropical convergence zone (ITCZ) provides two rainy seasons: March-June and October-November. Internal surface water resources have been estimated at 20.2 km^3/year from the 5 main drainage basins: Lake Victoria, Rift Valley, Athi River, Tana River and Ewaso Ngiro, and North. There are 17 major dams, with a total storage capacity of 4.06 km^3. Lake storage is estimated to be 0.315 km^3 and there are some 2 660 small dams and 41 subsurface dams with an estimated storage of 0.0047 km^3. Water resources play an important role in hydropower development. Installed hydropower capacity is 495.3 MW (excluding Turkwell, at 106 MW) representing 20% of total capacity. Annual hydropower production is 2 449 GWh, which is 84% of the country's power generation.

The potential yield from groundwater has been estimated to be 0.6 km^3/year. Some 68% of this yield is ascribed to shallow wells.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		572	mm/yr
		331.8	km^3/yr
Internal renewable water resources total		20.2	km^3/yr
Internal renewable water resources per caput	1994	739	m^3/yr
Global renewable water resources		30.2	km^3/yr
Dependency ratio		33.1	%
Total dam capacity	1992	4.1	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1990	1 566.2	10^6 m^3/yr
- Domestic	1990	403.3	10^6 m^3/yr
- Industrial	1990	80.0	10^6 m^3/yr
Total		2 049.5	10^6 m^3/yr
per caput	1990	87	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		10.1	%
Other withdrawal	1990	24	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential	1992	352 400	ha
Irrigation:			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	1992	66 610	ha
- surface irrigation	1992	44 610	ha
- sprinkler irrigation	1992	21 000	ha
- micro-irrigation	1992	1 000	ha
% of area irrigated from groundwater	1992	1.0	%
% of area irrigated from surface water	1992	99.0	%
% of equipped area actually irrigated	1992	100	%
2. Spate irrigation area		-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms	1992	6 415	ha
5. Flood recession cropping area	-	-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	1992	73 025	ha
- as a % of cultivated area	1992	2.0	%
- increase over last 10 years		-	%
- power irrigated area as % of water managed area		-	%
Full or partial control schemes:	Criteria		
Large schemes	> - ha	-	ha
Medium schemes		-	ha
Small schemes	< - ha	-	ha
Total number of households in irrigation	1992	7 184	
Irrigated Crops:			
Total irrigated grain production		-	t
as % of total grain production		-	%
Harvested crops under irrigation	1990	73 025	ha
- vegetables	1990	26 407	ha
- coffee	1990	17 676	ha
- rice	1990	14 088	ha
- citrus/fruits	1990	4 910	ha
- other	1990	9 944	ha
Drainage - Environment:			
Drained area		-	ha
as % of cultivated area		-	%
Flood-protected area		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 2.05 km³ in 1990)

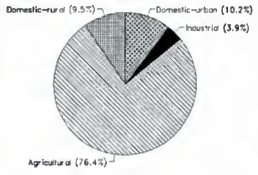
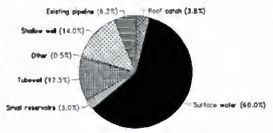
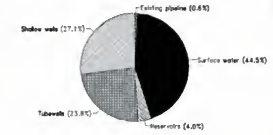


FIGURE 2
Origin of rural domestic water (1994)



Water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes was 2.05 km³ in 1990 (Figure 1), of which 1.6 km³ was for agriculture, which seems to be an overestimate. The sources for rural water supplies are shown in Figures 2 and 3.

FIGURE 3
Origin of rural livestock water (1994)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The National Water Master Plan (NWMP) estimates total irrigation potential to be 352 400 ha. The total water managed area is currently 73 025 ha, of which 92% is under full or partial control (Figure 4). Only 650 ha (1%) of the full or partial controlled area is irrigated from groundwater, leaving most of the area being irrigated from surface water, either from pumping, pick-up weirs from streams and rivers, or from storage reservoirs (Figure 5). Full or partial control irrigation techniques include about 44 610 ha under surface irrigation (basin, furrow, hose), 21 000 ha under overhead (sprinkler and centre pivot), and some 1 000 ha under drip and micro-sprinkler for the commercial cut flower export market (Figure 6). In terms of area, the major irrigated crops grown are vegetables, coffee and rice (Figure 7).

FIGURE 4
Distribution of the water managed area (1992)

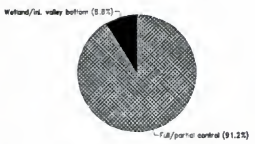
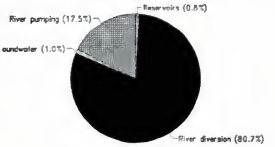


FIGURE 5
Origin of irrigation water, full or partial control (1992)



Copyrighted material

FIGURE 6
Irrigation techniques, full or partial control (1992)

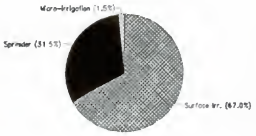
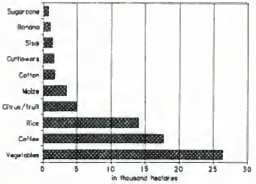


FIGURE 7
Irrigated crop areas (1990)

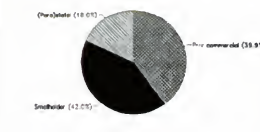


In 1989, the Ministry of Agriculture had a target of developing 1 000 ha of smallholder schemes annually. Achievement so far has been only 200-300 ha/year, due partly to lack of technical capacity within the Ministry and partly to a change in approach by Government (structural adjustment), whereby farmers are no longer given grants and have to take out loans to cover development costs.

With under-utilization of both water resources and irrigation land potential, there is limited demand for irrigation using treated effluent. There is, however, a scheme (prison farms) on the Athi river re-using treated water from the Nairobi treatment works.

Three major types of irrigation are practised: smallholder (28 000 ha), private commercial (26 600 ha) and government management schemes (12 000 ha) (Figure 8). Smallholder schemes grow mainly food crops and vegetables. The government-managed schemes grow mainly rice (Mwea, Ahero) with tenant plot holders on 1.6 ha plots. All inputs are undertaken by scheme management, including land preparation, and full cost recovery is obtained from the plotholders.

FIGURE 8
Irrigation management, full or partial control



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Various government agencies are involved in irrigation planning and implementation, the main actors being the Ministries of Agriculture (MOA), of Water Development (MOWD), and of Regional Development (MORD), and parastatals, which include the National Irrigation Board (NIB), Tana and Athi River Development Authority (TARDA), Lake Basin Development Authority (LBDA) and Kerio Valley Development Authority (KVDA). Data are available from all government agencies and parastatals, but less information is available on private schemes, which are mainly involved in coffee and tea plantations in the highlands and food and vegetable growing at lower elevations.

All abstractions of water for irrigation require a water right, as set out in the Water Act, the supreme law on water. While the framework of the laws are sound, there are problems

Copyrighted material

of implementation and management of water resources and use. The NWMP has made several recommendations on improvement of implementation and management. MOA is the ministry responsible for collecting and collating all information on irrigation water use, and this information should be periodically updated and reported to the Water Apportionment Board. On government-managed schemes, a water levy charge is made on plotholders to cover operation and maintenance. Operation and maintenance fees are paid by smallholders in gravity-fed piped sprinkler irrigation schemes and in large rice schemes.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Kenya's development target is food self-sufficiency, which could be attainable through improved farming practices to increase yields and expansion of the cultivated area. It is envisaged that self-sufficiency in major food production can be achievable primarily by promotion of rainfed agriculture.

However, irrigation will continue to play an important role in the enhancement of national economic development and increases in farmers' real income. As only 19% of the potential area is equipped for irrigation, there is considerable scope for further irrigation development. Taking into account government policy and social and economic conditions in Kenya, a strategy has been drawn up. Priority projects will first be small, low-cost schemes which enhance community development, and then larger schemes having high economic efficiency.

To achieve the irrigation development target by the year 2010 under this strategy, the recommendation was to implement:

- 140 small-scale schemes, with a total area of about 7 000 ha, involving farmers themselves with assistance from MOA or other government agencies concerned. The estimated cost was about $US 7 million, based on a unit cost of $US 1 000/ha; and

- 160 large-scale schemes, of which 18 were selected for further analysis, covering an area of 111 355 ha for an investment cost of $US 638 million, based on a unit cost of $US 5 730/ha.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Euroconsult/Delft Hydraulics Laboratory/Royal Tropical Institute. 1987. Study on options and investment priorities in irrigation development.

Kimani, J.K., & Otieno, J.O. (eds) 1992. *Which Way Irrigation?* Proceedings of a National Irrigation Workshop.

Ministry of Agriculture, Irrigation and Drainage Branch. 1990. Atlas of Irrigation and Drainage in Kenya.

Ministry of Planning and Development, Central Bureau of Statistics. 1990. 1989 Population Census. Vol 1.

Copyrighted material

Ministry of Water Development. 1992. The Study on the National Water Master Plan. Prepared with the assistance of Japan International Cooperation Agency (JICA).

National Irrigation Board. 1993. Annual Report and Accounts 1992-1993.

Tana and Athi River Development Authority. Various Data.

Copyrighted material

LESOTHO

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Lesotho, located in southern Africa, is a mountainous, landlocked country covering 30 350 km^2. The country is totally surrounded by the Republic of South Africa. Cultivated land is estimated at 209 293 ha, or 6.9% of the total area.

The total population is almost 2 million (1994), of which 81% lives in the rural areas. Annual population growth rate is 2.5%. Average population density is 66/km^2, but in the western lowlands and foothills the population density can reach 140/km^2.

The severe droughts in 1991 and 1992 led to a fall in agriculture's contribution to GDP, from 17.5% in 1990 to 10.1% in 1992.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	3 035 000	ha
Cultivable land		–	ha
Cultivated land	1994	209 293	ha
Total population	1994	1 996 000	inhab.
Population density	1994	66	inhab./km^2
Rural population	1990	81	%
Water supply coverage			
Urban population	1991	90	%
Rural population	1991	40	%

Climate and water resources

The average annual rainfall is 760 mm, varying from less than 300 mm/year in the western lowlands to 1 600 mm/year in the northeastern highlands. Intra-annual precipitation variation is high: 85% of the total is received during the months of October to April, with a peak in December and January. Very intense storms are frequent in this period, particularly in the lowlands, where as much as 15% of the annual rainfall may occur within 24 hours.

As a consequence of the abundant rainfall in the highlands, Lesotho's main natural re-source is water. Surface water resources are estimated at 4.73 km^3/year, far in excess of the country's requirements, whereas there is a shortage of water in South Africa. Therefore, the Lesotho Highlands Water Project (LHWP) has been initiated, which will eventually transfer 2.1 km^3/year (66 m^3/s) to South Africa while enabling Lesotho to generate its own electricity.

The major river systems in Lesotho are:

- the Senqu (or Orange), which drains two-thirds of Lesotho (24 485 km^2), originates in the extreme north of the country and leaves Lesotho near Quthing. In its catchment, four large dams will be constructed under the LHWP, with a total capacity of 7.7 km^3;

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		760	mm/yr
		23.1	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		5.2	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 605	m^3/yr
Global renewable water resources		5.2	km^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity	1994	0.007	km^3
De-salinated water		–	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	28	10^6 m^3/yr
- Domestic	1987	11	10^6 m^3/yr
- Industrial	1987	11	10^6 m^3/yr
Total		50	10^6 m^3/yr
per caput	1987	31	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		1.0	%
Other withdrawal		–	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced	1994	2.2	10^6 m^3/yr
Treated		–	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		–	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1994	12 500	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1994	2 722	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
part of equipped area actually irrigated		1994	7.4	%
2. Spate irrigation		1994	0	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**2 722**	**ha**
as % of cultivated area		1994	1.3	%
increase over last 10 years			-	%
power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 100 ha	1994	2 519	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< 100 ha	1994	203	ha
Total number of households in irrigation		1994	1 268	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1994	0	t
as % of total grain production		1994	0	%
Harvested crops under irrigation		1994	203	ha
- vegetables		1994	203	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

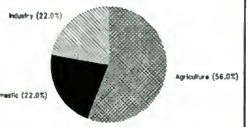
Copyrighted material

- the Makhaleng, with a catchment area of 2 911 km^2, originates in the vicinity of Mount Machache and leaves the country near Mohales Hoek; and
- the Mohokare (or Caladon) marks the border with South Africa and has a catchment of 6 890 km^2. It springs from Mount Aux Sources, and leaves Lesotho near Wepener. All its major tributaries are located in Lesotho.

Groundwater resources are conservatively estimated at 0.5 km^3/year (calculated from the base flow of the Senqu river). The aquifers yields are low: of a sample of 818 wells, only 12% yielded above 1 l/s; average well depth was 65 m in intrusive, sedimentary or volcanic rock, and 28 m in alluvial rock. About 3 300 wells, equipped with hand-pumps, serve the rural population in the lowlands, while 10% of the urban domestic production originates from groundwater. Except for the area around Maputsoe (aquifer yield 50 l/s) the potential for irrigation with groundwater is low in Lesotho.

The total water withdrawal is estimated at 0.05 km^3 (Figure 1).

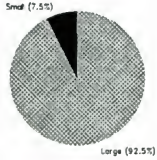
FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.05 km^3 in 1987)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The potential for large-scale irrigation in Lesotho was estimated at 12 500 ha in the early 1970s. No other survey has been carried out to assess the total irrigation potential in Lesotho. The total water managed area is about 2 722 ha, and corresponds to the total equipped area for full or partial control irrigation. This area can be divided as follows (Figure 2):

FIGURE 2
Types of full and partial control irrigation schemes



- 203 ha of small schemes (less than 100 ha each), mainly for vegetables. Surface and sprinkler irrigation is practised in these schemes, which are generally donor-supported. In the Small-Scale Irrigation Vegetable Project, irrigation development costs are ca $US 12 000/ha. Vegetable cultivation under the scheme gave a net income of $US 2 300/ha in 1992. The following yields had been achieved in various projects: from 1.9 to 3.6 t/ha for maize; between 3.5 and 13.5 t/ha for potatoes; and from 2 to 11.5 t/ha for onions;
- 2 519 ha of large schemes (more than 100 ha each), developed from 1986. These schemes were equipped for sprinkler irrigation, but, as the schemes never managed to make a profit, they are no longer irrigated.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The donor-funded irrigation projects are operating within the institutional system of the Department of Crop Services, Ministry of Agriculture. The Ministry bears the costs of local staff. District Agricultural Officers are providing extension services to the projects.

Copyrighted material

The Department of Water Affairs, Ministry of Natural Resources, monitors the surface and groundwater resources in the country.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Irrigation development has not been very successful in Lesotho, and many irrigation schemes have been converted into dryland farming systems. Reasons for the poor performance of irrigation in Lesotho include:

- using a top-down approach, whereby farmers were informed that their land had been chosen for irrigation development and their plots were consolidated and converted into blocks without prior consultation, resulting in opposition to irrigation development;
- farmers being expected to provide free labour to the scheme, regardless of the size of the landholding, while – in contrast – their profit share was based on the size of the holding, resulting in poor labour productivity; and
- low produce prices, as farmers are often forced to sell their products at the farm gate due to the general absence of wholesale markets in Lesotho.

The more successful irrigation projects in Lesotho, such as the Small-Scale Irrigated Vegetable Project, are based on an individual approach to communally owned irrigation schemes, where farmers control the on-field crop production activities. The applied irrigation distribution system allows each farmer to irrigate his plot independently of others.

The Government of Lesotho aims to develop and expand irrigated farming to achieve self-sufficiency in vegetables and to export the surplus. However, substantial increase in the irrigated area is not foreseen in the near future, and the irrigated sector remains small.

A study examining the potential for irrigation in connection with the Lesotho Highlands Water Project revealed that the proposed projects would have a negative return due to the high opportunity costs of water. Therefore most of the projects were cancelled, except from a plan to divert 100 l/s for irrigation purposes from a tailpond at Muela.

The severe drought of 1994-95 resulted in a failure of the main rainfed staple crops. The Government of Lesotho appealed for assistance from the international community in February 1995, illustrating the vulnerability of the agricultural sector. Expansion of the irrigated area could lead to improved food security, which should be taken into account in future cost-benefit analyses of irrigation projects.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Bureau of Statistics. 1994. *Statistical report* No. 6.

Lesotho Highlands Development Authority. 1990. Lesotho Highlands Water Project, Environmental Action Plan.

Ministry of Agriculture. 1991. The history of irrigation in Lesotho.

Ministry of Agriculture. 1993. Small-Scale Irrigated Vegetable Project. Report for October 1992 to March 1993.

Ministry of Natural Resources. 1994. Hydrogeological map of Lesotho.

UNDP. 1994. Lesotho: 1992 report.

Water and Sewage Authority. 1994. Project identification report.

Copyrighted material

LIBERIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Liberia, located in the southwestern part of West Africa, covers an area of 97 750 km^2. The country can be divided according to elevation over sea level into four main physical regions parallel to the coast: coastal plains up to 100 m, hills from 100 to 300 m, plateaus from 300 to 600 m, and mountainous areas above 600 m. The cultivated area was estimated at 538 000 ha in 1986, which is 5.5% of the total area.

Total population is about 2.9 million (1994), of which 55% is rural. Average population density is 30 inhabitants/km^2. Population growth rate was estimated to be 3.3% at the end of the 1980s.

The agricultural sector represented about 35% of GDP before the conflict, and employed 60% of the labour force.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	9 775 000	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land	1986	538 000	ha
Total population	1994	2 941 000	inhab.
Population density	1994	30	inhab./km^2
Rural population	1990	55	%
Water supply coverage			
Urban population	1991	35	%
Rural population	1991	35	%

Climate and water resources

The climate is of the tropical type, with heavy rainfall that ranges from 2 000 to 3 000 mm/year. Average annual rainfall is estimated at 2 372 mm. The rainy season lasts from April to November.

Liberia can be divided into two kinds of river systems:

- the major basins, draining the territory in a general northeast-southwest direction. The six major rivers, originating generally in Guinea or in Côte d'Ivoire, are the Mano, Lofa, Saint Paul, Saint John, Cestos and Cavalla, which together drain about 65.5% of the country; and
- the short coastal watercourses, which drain about 3% of the country.

The internally produced renewable water resources are estimated at 200 km^3/year, while an additional 32 km^3/year comes from Guinea and Côte d'Ivoire. Liberia is thus one of the

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		2 372	mm/yr
		231.9	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		200	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	68 004	m^3/yr
Global renewable water resources		232	km^3/yr
Dependency ratio		13.8	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	78.0	10^6 m^3/yr
- Domestic	1987	35.1	10^6 m^3/yr
- Industrial	1987	16.9	10^6 m^3/yr
Total		130.0	10^6 m^3/yr
per caput	1987	55.3	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		0.06	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1986	600 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1987	100	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		1987	2 000	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1986	18 000	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1987**	**20 100**	**ha**
- as a % of cultivated area		1986	4.1	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- rice			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.13 km³ in 1987)

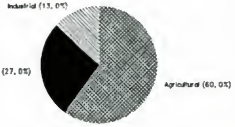


FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1987)

African countries with the highest amount of renewable water resources per inhabitant: more than 68 000 m³/year. Total water withdrawal was estimated at 0.13 km³ in 1987 (Figure 1).

IRRIGATION DEVELOPMENT

The irrigation potential in Liberia is estimated at 600 000 ha, consisting mainly of freshwater swamps.

The total water managed area was about 20 100 ha in 1987 (Figure 2).

The area equipped for full or partial control irrigation was about 100 ha, consisting mainly of small development projects supported through international or bilateral cooperation.

The equipped wetland and inland valley bottoms covered 2 000 ha in 1987, mainly cropped with rice.

The other cultivated wetlands and swamps cover an area of 18 000 ha. Rice is grown in these swamps, in addition to the upland rice. Shifting cultivation on the uplands is still the main technique: the secondary forest is cleared and burned, and upland rice is cropped during one or two years with different food crops (cassava, common groundnuts or vegetables). Afterwards, the area returns to bush fallow for eight to ten years. In 1986, about 235 000 ha of rainfed rice were cultivated in the uplands. This system is the preferred mode of farming in Liberia and has the advantage of maintaining the ecological system in equilibrium. However, this system cannot be applied in areas where a higher population density prevents the restoration of soil fertility due to too short a period of fallow. In those areas, swamp rice is cultivated in addition to upland crops. The estimated yield of upland rice is 1.3 t/ha, while swamp rice gives yields of 1.6 t/ha, reaching more than 2 t/ha in equipped wetland and swamps.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The National Water Resources and Sanitation Board was created in 1981 in order to coordinate the activities of the different Institutions or Corporations involved in the management of water resources.

Copyrighted material

Before the conflict, the main institutions involved were:

- the Liberia Water and Sewer Corporation (LWSC), in charge of the water supply systems in the urban areas;
- the Ministry of Agriculture, in charge, *inter alia,* of irrigation;
- the Ministry of Health and Social Affairs, in charge of sewerage;
- the Liberia Electricity Corporation, in charge of hydro-electric energy production;
- the Ministry of Rural Development in charge of water supply in rural areas; and
- the Hydrology Service of the Ministry of Land, Mines and Energy.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

The development of swamp rice cultivation seems to be the next step in irrigation development in Liberia. This development will become necessary with increasing population density in the rural areas. It has been estimated that with an intensification of swamp rice cultivation, it could be possible for Liberia to become self-sufficient in rice, which is the staple food crop. The urban demand for rice is rapidly expanding, since the urban population growth rate was estimated at 6.5% in the 1980s.

However, the rate of swamp development in the last years before the conflict were below expectations. When peace returns, successful swamp rice production development will require:

- application of improved swamp rice cultivation technologies;
- high labour inputs, which can conflict with upland farming needs;
- availability of modern inputs (improved cultivars, good quality seed, fertilizers); and
- a change of mentality amongst farmers, who should consider rice a means of increasing cash income and not just a subsistence crop.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1986. *Liberia, report of an agricultural sector review mission.* Report 85/86 CP-LIR.8

Copyrighted material

LIBYA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

The Libyan Arab Jamahiriya, situated on the northwest Mediterranean coast of Africa, has a total area of about 1.76 million km^2. The cultivable area is estimated at 2 170 000 ha, which is 1.2% of the total area.

The total population is about 5.2 million inhabitants (1994). The population density is 3 inhabitants/km^2 and the rural population was estimated to be only 18% in 1990. Agriculture contributes less than 5% to GDP, although it provides employment for approximately 13% of the active population.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1993	175 954 000	ha
Cultivable land	1992	2 170 000	ha
Cultivated land	1987	1 933 648	ha
Total population	1994	5 225 000	inhab.
Population density	1994	3	inhab./km^2
Rural population	1990	18	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	100	%
Rural population	1990	80	%

Climate and water resources

The average annual rainfall is 26 mm. It is more than 100 mm/year over only 7% of the land surface. The highest rainfall occurs in the northern Tripoli region (Jabal Nafusah and Jifarah Plain) and in the northern Binghazi region (Jabal al Akhdar): these two areas being the only ones where the average yearly rainfall exceeds the minimum value (250-300 mm) which is considered necessary to sustain rainfed agriculture. Rainfall occurs during the winter months and shows an extreme variability from year to year and from place to place.

The total mean annual runoff water calculated or measured at the entrance of the wadis in the plains is estimated at 200 million m^3/year, but part of it either evaporates or contributes to recharge of aquifers. Therefore the surface water resources are roughly estimated at 100 million m^3/year. Sixteen dams, with a total storage capacity of 387 million m^3 and with an expected average annual volume of water controlled in the order of 60 million m^3, had been constructed by 1991. Additional dams are planned, to achieve a total storage capacity of 686 million m^3. This disproportion between the average annual runoff and the storage capacity of the dams is made with the purpose of storing the runoff water of exceptionally wet years.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		26	mm/yr
		46.1	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		0.6	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	115	m^3/yr
Global renewable water resources		0.6	km^3/y
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity	1992	0.4	km^3
De-salinated water	1988	70	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1994	4 000	10^6 m^3/yr
- Domestic	1994	500	10^6 m^3/yr
- Industrial	1994	100	10^6 m^3/yr
Total		4 600	10^6 m^3/yr
per caput	1994	880	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		767	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated	1990	100	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater	1990	100	10^6 m^3/yr

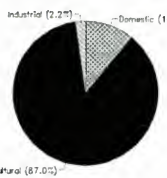
TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1992	750 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1990	470 000	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation		1990	470 000	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
part of the equipped area actually irrigated		1990	51	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1990**	**470 000**	**ha**
as % of cultivated area			-	%
increase over last 10 years			-	%
power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

Currently, recharge of aquifers occurs only in the northern regions, namely in the northwestern zone, Jabal Nafusah and Jifarah Plain, and in the northeastern zone, Jabal al Akhdar. Renewable groundwater resources are estimated at 0.8 to 1 km^3/year, but part of it (perhaps 50%) now flows out either to the sea or to evaporative areas (*sabkhas*) and could not be abstracted without affecting the environment, because of the deterioration of water quality by saline water encroachment. South of the 29th parallel, an important development of Palaeozoic and Mesozoic continental sandstones enabled water to be stored safely during the long period of the late Quaternary, when the climate turned extremely arid. The major part of water used in Libya will be coming from these huge fossil reserves.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 4.6 km^3 in 1994)



Total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes was estimated at 4.6 km^3 in 1994 (Figure 1).

A number of de-salination plants of different sizes have been built near large municipal centres and industrial complexes. The total capacity of installed plants is approximately 140 million m^3/year, but parts of them are either not in use or only partly operational. It is estimated that only 70 million m^3/year is annually de-salinated.

A number of sewage treatment plants are already in operation or planned for the near future. When all the plants become operational, their total output will average 285 000 m^3/day or about 100 million m^3/year. All treated water is currently used for irrigation.

IRRIGATION DEVELOPMENT

The total water managed area is approximately 470 000 ha, most of it for sprinkler irrigation because of the sandy soils prevailing in most areas of Libya. Of these 470 000 ha equipped for full or partial control irrigation, according to figures from several years ago, only 240 000 ha was actually irrigated, distributed as listed in Table 4.

There are three different categories of farming in the irrigation sub-sector:

- smallholders, generally on 1 to 5 ha plots, receive substantial State support for water equipment, energy, and agricultural inputs; this type of farming represents approximately 30 to 40% of the total irrigated area but is mostly concentrated in the traditional development areas, i.e., the Jifarah Plain, the Jabal al Akhdar, and the Murzuq Basin;

TABLE 4
Regional distribution of irrigation

Zone	Area actually irrigated (ha)	Water use (10^6 m^3/yr)*	Year (approx.)
Murzuq Basin	50 000	551	1985
Jabal Nafusah; Suf al Jin; Western Sirte; Hammada el Hamra	25 000	241	1985
Jifarah Plain	100 000	500	1985
Al Jabal al Akhdar	40 000	150	1985
Al Kufrah-As Sarir	25 000	423	1990
Total	240 000	1 865	

* Figures probably under-estimated.

Copyrighted material

- large-scale state farming, mainly located in the southern areas, where new irrigation schemes have been set up based on highly productive deep wells supplying water to blocks divided into small plots and cultivated by small-scale farmers; and

- large-scale state farming, mainly located in the desert areas (usually pivot systems), operated by state technicians and workers.

At present, no water fees are imposed on water users.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Responsibility for all water resources assessment and monitoring rests with the General Water Authority, while the Secretariat of Agriculture and Animal Wealth is responsible for the development of irrigated agriculture and the implementation of major projects. A special Authority – The Great Manmade River Water Utilization Authority – is responsible for the use for agricultural purposes of the water transported from the desert to the coast. The Secretariat of Municipalities takes care of water supply to urban settlements.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Irrigation development in Libya is linked to the implementation of the water transport project from the desert. The Great Manmade River Project consists of the following five phases:

- Phase 1: 2.0 million m^3/day of water will be conveyed to the coastal area, extending from Binghazi to Sirt. Water will be produced by two well fields, Sarir and Tazirbu;

- Phase 2: 2.5 million m^3/day of water will be conveyed to the Jifarah Plain in northwest Libya from more than 500 wells distributed in several well fields located in the northern and northeastern part of the Murzuq basin;

- Phase 3: 1.6 million m^3/day of water will be added to Phase 1 from an additional well field within the Kufra basin;

- Phases 4 and 5: These phases will not involve any additional water production. Instead, conveyance lines of Phase 1 will be extended farther to the east to reach Tobruk, and farther to the west to link with Phase 2 pipelines.

Part of the water transported will be used for the water supply of the major cities of the coast: Tripoli, Binghazi, Sirt and Misratah.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Pallas, P. 1980. Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. In: *The Geology of Libya*. Proceedings of the Second Symposium on the Geology of Libya. London: Academic Press.

Salem, O.M. 1992. The Great Manmade River project. *Water Resources Development*, **8**(4).

Copyrighted material

MADAGASCAR

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Madagascar a une superficie totale de 587 040 km². La superficie cultivable s'élève à 8 millions d'hectares, soit 14% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à environ 2,6 millions d'hectares, soit 4% de la superficie totale et 31% de la superficie cultivable.

La population était estimée à environ 14 millions d'habitants en 1994, dont 78% de ruraux. La densité de population est de 24 hab./km², mais elle varie de 8 hab./km² dans l'ouest et le sud à 64 hab./km² sur les hauts plateaux. Le taux de croissance démographique est de 3%/an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	58 704 000	ha
Superficie cultivable	1990	8 000 000	ha
Superficie cultivée	1990	2 580 000	ha
Population totale	1994	14 303 000	hab.
Densité de population	1994	24	hab./km²
Population rurale	1991	78	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	62	%
Population rurale	1990	10	%

Le secteur agricole (comprenant les activités agro-industrielles) représente 42% du PNB et emploie 88% de la population active. Les services représentent également 42% du PNB, mais emploient seulement 9% de la population active, alors que l'industrie représente 16% du PNB et emploie 3% de la population active.

Climat et ressources en eau

La pluviométrie annuelle se situe entre 1 200 et 1 500 mm sur les hauts plateaux et tombe à 400-600 mm dans le sud. La saison sèche se situe entre avril et novembre. Le nombre de mois secs varie de zéro à six sur les hauts plateaux et de cinq à neuf au sud et à l'ouest. La pluviométrie sur la côte est beaucoup plus importante et peut atteindre 3 000 mm/an. Elle s'étale tout au long de l'année, avec un minimum entre août et novembre. La température moyenne varie de 27°C au nord à 23°C au sud et peut être inférieure sur les hauts plateaux.

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 337 km³/an.

Les prélèvements en eau étaient estimés à 16,3 km³ en 1984 (figure 1) dont 16,1 km³ pour l'agriculture, ce qui semble surestimé.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 700	mm/an
		998,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		337	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	23 561	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		337	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1984	16 137	10^6 m^3/an
- Collectivités	1984	163	10^6 m^3/an
- Industrie		-	10^6 m^3/an
Total		16 300	10^6 m^3/an
par habitant	1984	1 638	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		4,8	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

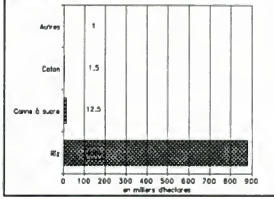
TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1992	1 500 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1992	1 087 000	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1992	83	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**1992**	**1 087 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1992	42,1	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 3 000 ha	1992	120 000	ha
Périmètres moyens		1992	167 000	ha
Petits périmètres	< 100 ha	1992	800 000	ha
Nombre total de ménages		1992	1 050 480	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1992	1 751 200	t
en % de la production totale de céréales		1992	67	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)		1992	895 000	ha
- riz		1992	880 000	ha
- canne à sucre		1992	12 500	ha
- coton		1992	1 500	ha
- autres		1992	1 000	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

(copyrighted material)

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 16,3 km³ en 1984)

FIGURE 2
Superficies irriguées par culture (1992)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

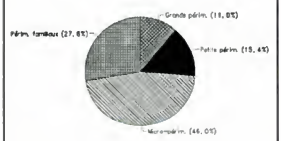
Le potentiel irrigable est estimé à environ 1 500 000 ha, soit 19% de la superficie cultivable. Les superficies totales avec contrôle de l'eau sont estimées à 1 087 000 ha, soit 72% du potentiel irrigable. La superficie effectivement irriguée est estimée à 895 000 ha, soit 82% de la superficie totale avec contrôle de l'eau.

L'irrigation occupe une place importante dans le pays, et plus particulièrement sur les hauts plateaux où 85 à 93% des cultivateurs ont recours à l'irrigation. Par contre sur la côte est et au sud, seuls 50% des agriculteurs ont recours à l'irrigation. Mais ces chiffres ne tiennent pas compte des périmètres familiaux (voir ci-dessous) dont la petite taille et la dispersion rendent difficile toute estimation.

Madagascar se situe dans la zone de cyclones de l'hémisphère sud et ceux-ci surviennent en moyenne tous les trois à quatre ans. Ils causent de fortes inondations, des érosions importantes ainsi que la destruction fréquente des ouvrages d'irrigation.

Le riz est de loin la plus importante des cultures à Madagascar. Il occupe presque la moitié des terres cultivées et environ 82% de la superficie rizicultivée est sous irrigation (880 000 ha en 1992). On irrigue également la canne à sucre (12 500 ha irrigués sur un total de 37 000 ha cultivés) et le coton (1 500 ha irrigués sur un total de 8 500 ha cultivés) (figure 2). On constate en plus un accroissement des cultures de blé, d'orge, de pomme de terre et de légumes en irrigué (environ 1 000 ha en 1992). Elles sont pour la plupart pratiquées hors saison dans les rizières des hauts plateaux, mais leurs pourcentages restent toutefois marginaux par rapport au riz.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1992)



Les différents types de périmètres rencontrés à Madagascar sont présentés dans le tableau 4 et à la figure 3.

Copyrighted material

TABLEAU 4
Typologie des périmètres irrigués

Nomenclature	Nombre estimé	Taille (ha)	Mode de gestion	Superficie équipée (ha)
Grands périmètres irrigués (GPI)	8	> 3 000	Administration	120 000
Petits périmètres irrigués (PPI)	376	100 - 3 000	Administration + Utilisateurs	167 000
Micro-périmètres irrigués (MPI)	15 000	10 - 100	Utilisateurs	500 000
Périmètres Familiaux (PF)	?	< 10	Utilisateurs	300 000
TOTAL				1 087 000

Le développement de l'irrigation représente environ 50% du programme d'investissement du secteur agricole.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les institutions publiques intervenant dans le développement de l'hydraulique agricole sont:

- le Ministère du développement rural et de la réforme foncière, avec:

  - la Direction du génie rural (DGR) est chargée d'appliquer la politique du Gouvernement en matière d'infrastructures rurales:

    a) le Service des projets (SP) a la compétence d'un bureau d'études pour la conception et la réalisation des infrastructures hydrauliques;
    b) le Service de gestion des réseaux hydroagricoles (SGRH) est chargé de l'entretien des réseaux, soit directement, soit en apportant un appui aux Associations des usagers de l'eau (AUE) pour la gestion et la maintenance des réseaux;
    c) le Service du machinisme agricole.

  - la Direction de l'agriculture, avec les services chargés de l'appui aux exploitants:

    a) le Service agronomie et vulgarisation;
    b) le Service de production de semences et du matériel végétal;
    c) le Service des approvisionnements agricoles;
    d) le Service de structuration professionnelle des producteurs.

  - la Direction des eaux et forêts;

  ces Directions sont coiffées par la Direction générale des services techniques;

- le Ministère de l'économie et du plan. Il coordonne les investissements en irrigation avec ceux des autres secteurs.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les investissements passés importants dans le secteur de l'irrigation, notamment les grands et les petits périmètres irrigués, ont connu des taux de rentabilité bien inférieurs aux taux

Copyrighted material

attendus, et ce, à cause de trois raisons principales: une organisation institutionnelle déficiente, un niveau élevé de subventions des coûts récurrents de certains réseaux hydro-agricoles et une politique des prix agricoles peu incitatrice. Etant donné que 82% des terres potentiellement irrigables ont déjà été aménagées, les nouveaux projets ont tendance à être plus complexes et plus onéreux.

Les superficies potentiellement aménageables dans les zones des grands périmètres dépassent 300 000 ha. Les superficies actuellement équipées totalisent 120 000 ha, alors que les superficies effectivement irriguées ne dépassent pas 65 000 ha.

Les petits périmètres, au nombre de 350 et totalisant 167 000 ha, sont éparpillés dans tout le pays. L'absence des moyens financiers et matériels des services publics et la démotivation des agriculteurs ont réduit le niveau d'entretien et ont entraîné la détérioration progressive des réseaux et des infrastructures de la grande majorité de ces périmètres.

Depuis 1985, un projet de réhabilitation de petits périmètres irrigués, dont le financement a été assuré par le Gouvernement malgache, l'Association internationale pour le développement (AID), la Caisse française de développement (CFD) et le Fonds européen de développement (FED) a réhabilité 18 250 ha (1993). La deuxième phase de ce projet prévoit le renforcement des acquis de la première phase (30 périmètres) et, à partir de 1996, la réhabilitation de 4 000 ha sur d'autres périmètres.

L'objectif de la stratégie sectorielle de l'agriculture irriguée est d'assurer une utilisation optimale et durable des infrastructures d'irrigation en place. Etant donné le faible niveau de productivité des périmètres existants, les investissements physiques se limiteraient principalement à la réhabilitation des infrastructures existantes. La prise en charge de l'entretien et de la gestion des périmètres devra être assurée par les Associations des usagers de l'eau. Un transfert de gérance sera ainsi réalisé. Les rôles et tâches des services du Ministère chargé de l'agriculture et du développement rural seront redéfinis et réglementés dans le cadre d'une décentralisation, et s'orienteront vers des actions de conseils aux Associations. La sauvegarde des ouvrages essentiels pour la sécurité publique et des aménagements dont la gestion ne pourrait pas être assurée par des associations devra aussi être réalisée par ces services.

La protection de l'environnement des périmètres irrigués, la sécurisation du foncier et la participation effective des usagers aux actions d'aménagement sont partie intégrante de la nouvelle stratégie du Gouvernement en matière d'agriculture irriguée.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1992. Etude sectorielle de l'agriculture irriguée. Division agriculture, Département des pays des grands lacs et de l'océan Indien, Région Afrique. Washington DC.

Bensaid, R. 1992. Amélioration de la productivité durable. Rapport consultatif de programmation du 5ème cycle du PNUD. FAO, Rome.

FAO. 1993. Projet de réhabilitation des petits périmètres irrigués. FAO/CI rapport N° 9/93 CP-MAG 35. Rome.

Copyrighted material

Ministère d'Etat à l'agriculture et au développement rural. 1994. Déclaration de politique pour le développement du sous-secteur irrigué.

Primature, Banque de données de l'Etat. 1992. *Madagascar in figures.*

Copyrighted material

MALAWI

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Malawi is a landlocked country with a total area of 118 480 km^2, traversed from north to south by the Rift Valley. The total length is 850 km and the maximum width is 250 km. The area covered by Lake Malawi and Lake Chilwa is 24 200 km^2. The cultivable area is estimated to be 3.6 million ha (or 38% of the total land area), of which 2.1 million ha is cultivated, i.e., 58% of the cultivable area and 22% of the total area.

The population is about 10.8 million (1994), including some 1.0 million refugees from Mozambique, and the annual population growth rate is 3.3%. The rural population is estimated to be 80%.

Agriculture constitutes the backbone of the economy, contributing more than 33% of the GDP and providing employment to about 90% of the working population.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	11 848 000	ha
Cultivable land	1992	3 600 000	ha
Cultivated land	1991	2 105 500	ha
Total population	1994	10 843 000	inhab.
Population density	1994	92	inhab./km^2
Rural population	1994	80	%
Water supply coverage			
Urban population	1994	43	%
Rural population	1994	46	%

Climate and water resources

The mean annual rainfall of 1 014 mm ranges from 700 mm to 2 400 mm/year. The movement of the inter-tropical convergence zone (ITCZ) provides a wet season between mid-November and about mid-April. The climate is cool and dry from May to August, and then becomes hotter until the onset of the rains in mid-November. The internally produced surface water resources have been estimated to be 16.14 km^3/year. There are 7 major dams, with a total storage of 39 million m^3. There are 700-750 small dams in various states of repair, with a storage capacity of approximately 64 million m^3. Water resources play an important role in hydropower development. Installed capacity is 164 MW and energy generation in 1993 was 785 GWh.

The potential yield from groundwater is estimated to be 1.4 km^3/year, based on a recharge of 15 mm. Reliable yields under irrigation are only achievable in the alluvial basins along the western shores of Lake Malawi, Lake Chilwa and in the Lower Shire Valley. Yields from groundwater in the basement complexes covering the rest of the country are generally only sufficient for rural water supplies by hand pumping.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		1 014	mm/yr
		120.1	km^3/yr
Internal renewable water resources - total		17.5	km^3/yr
Internal renewable water resources - per caput	1994	1 614	m^3/yr
Global renewable water resources		18.7	km^3/yr
Dependency ratio		6.1	%
Total dam capacity	1994	0.1	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1994	809	10^6 m^3/yr
- Domestic	1994	95	10^6 m^3/yr
- Industrial	1994	32	10^6 m^3/yr
Total		936	10^6 m^3/yr
per caput	1994	86	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		5.3	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1992	161 900	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1992	28 000	ha
- surface irrigation		1992	15 700	ha
- sprinkler irrigation		1992	11 300	ha
- micro-irrigation		1992	1 000	ha
% irrigated from groundwater		1992	0.05	%
% irrigated from surface water		1992	99.95	%
% of equipped area actually irrigated		1992	96	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1992	61 900	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1992**	**89 900**	**ha**
- as % percentage of cultivated area		1992	4.3	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1992	32 750	t
as % of total grain production		1992	2	%
Harvested crops under irrigation (full or partial control)		1992	31 500	ha
- sugar cane		1992	15 000	ha
- rice		1992	7 500	ha
- vegetables		1992	3 700	ha
- maize		1992	2 000	ha
- other		1992	3 300	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.94 km³ in 1994)

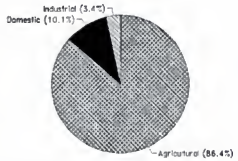
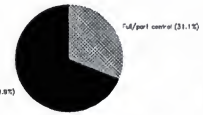


FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1992)



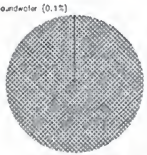
In 1993, Malawi had 9 700 drilled boreholes and 5 600 protected, hand-dug wells with handpumps.

Total water withdrawal in 1994 was about 0.94 km^3 (Figure 1).

IRRIGATION DEVELOPMENT

The total water managed area is about 89 900 ha (Figure 2), which is about 56% of the potential area for irrigation, estimated at 161 900 ha.

FIGURE 3
Origin of irrigation water, full or partial control (1992)



At present, 28 000 ha is equipped for full or partial control irrigation. Almost all irrigation is from surface water, either from weirs or by pumping from rivers. There are some very small areas (15 to 20 ha) along the Lake Malawi lake shore which are irrigated by groundwater (Figure 3). Irrigation techniques include 15 700 ha of surface irrigation (furrow and basin); 9 000 ha of sugar cane under sprinkler at Sucoma; 2 300 ha of tea, coffee and other crops – also under sprinkler; and some 1 000 ha under micro-irrigation (Figure 4). Some 1 100 ha of surface irrigation schemes are in need of rehabilitation. The cropped area in these full or partial control schemes is 31 500 ha per year (Figure 5).

FIGURE 4
Irrigation techniques, full or partial control (1992)

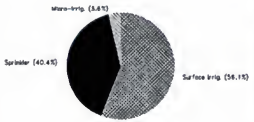
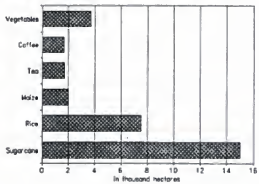


FIGURE 5
Irrigated crops, full or partial control (1992)

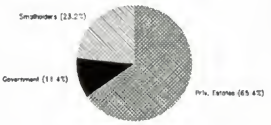


Copyrighted material

There are three basic categories of farming in the full or partial control irrigation sub-sector (Figure 6):

- *Private estates* (18 300 ha): These include Sucoma (9 000 ha) and Dwangwa (6 000 ha) sugar estates, and Kawalazi estate, which have been developed as joint ventures between Government and local and foreign investors such as the Commonwealth Development Corporation (CDC) and Lonrho. Private coffee and tea estates are also operated by large-scale commercial farmers and enterprises on freehold and leasehold land.

FIGURE 6
Irrigation management, full or partial control (1992)



- *Government-run Smallholder Schemes* (3 200 ha – 6 000 households): These were established by the government to give irrigation opportunities to local farmers, who were allocated irrigated plots in addition to their dryland holdings in the vicinity of schemes. The schemes are operated by the government and the farmers pay no water charges for use of their plots.

- *Self-Help Smallholder Schemes* (6 500 ha – 32 500 households): These have usually been designed and constructed by the government with full support and participation of farmers in each stage of development, including identification and planning. Farmers contribute their labour during construction, and, when completed, farmers manage and maintain their schemes with the minimum of government support.

There are some 61 900 ha of *dambo* (wetland) areas under rice cultivation. Simple diversions and bunding are applied, and farmers often cooperate in small groups to manage water. Studies are being undertaken to estimate areas, uses and potential for drainage using low-cost structures.

Total irrigation potential has been estimated at about 161 900 ha, including the existing dambos. Future irrigation development potential of 72 000 ha on Class 1 and 2 soils occurs mainly along the lake shore in Northern Central and Southern Regions, and in the lower Shire Valley. Water resources will be from Lake Malawi and the Shire River, as well as tubewells from the alluvial aquifers.

The estimated capital cost of commercial sprinkler irrigation development is $US 5 000-10 000/ha, and annual maintenance is estimated at $US 650-1 000/ha. Estimated costs for small-scale surface schemes are $US 5 000-6 500/ha, with annual maintenance costs of $US 650/ha.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Department of Irrigation within the Ministry of Agriculture is responsible for all planning and development of irrigation in the country, with an established head office and staff located in the eight Agricultural Development Divisions (ADDs). In the new (1994)

Copyrighted material

Government, the Department has been raised to the level of Ministry of Irrigation and Water Development. The Water Resources Board within the Department of Water is responsible for granting water rights for abstraction of surface water flows (river or dams) as well as groundwater for irrigation and industrial supplies. Annual permits are required for abstractions greater than 1 000 l/day, except for domestic use, and a scale of charges is based on water source and type of usage. Collection of revenue is severely limited by lack of staff.

The Water Resources Act is in the process of being revised.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Isolated instances of irrigation development occurred in the late 1940s. It was not until 1968 that Government commenced a deliberate policy of irrigation development, mainly for rice growing along lakeshore plains and in the Lower Shire Valley. By 1979, 16 smallholder schemes had been established, covering an area of 3 200 ha and with the settlement of 6 000 farmer households. The importance of self-help smallholder schemes has also been recognized by Government, which provided varying degrees of assistance during the 1970s. Over the last 15 years, irrigation has had a low priority in agricultural production. The main constraints have been:

- focusing of the agricultural economy on rainfed agriculture and existing irrigation schemes, where emphasis was on funding extension activities;
- reluctance of donors to fund irrigation development;
- placement of irrigation services under the Ministry of Agriculture, which has focused on rainfed agriculture;
- price setting of crops not viable for irrigation;
- almost no irrigation technology training facilities within the country;
- an Irrigation Department that has been both poorly funded and understaffed; and
- lack of farmer ownership of plots on government schemes.

Recent droughts – in 1991/92 and partially in 1992/93 – caused low yields and crop failures. Government has realized the increasing importance of irrigation as a means of ensuring food security at both household and national levels. This has been demonstrated by raising the status of irrigation to Ministry level. The new Ministry has put forward a 23 point irrigation development strategy plan for poverty alleviation. The main features are to:

- give highest priority to development of irrigation and water resources in the country and strengthen the Ministry of Irrigation and Water Development with sufficient funds and staffing to undertake studies on pumping sites, boreholes and dam development;
- establish a National Committee in Irrigation and Drainage and promote irrigation research;
- recommend power lines be installed along rivers and the lake shore to encourage irrigation development and agro-industries;
- provide input support to outgrower farmers, including credit facilities;
- increase development of self-help farmer schemes, and hand over operation and management of existing government-run schemes following completion of rehabilitation;

Copyrighted material

- support irrigation development in the private sector, and smallholder farms with irrigation technology and diversified cropping systems. Pump-based schemes should be discouraged unless farmers themselves are prepared to pay for infrastructure and operation;
- develop training programmes at field and management levels and assist farmers in their organization of water user associations to ensure future irrigation development is socially and economically viable;
- establish clear water rights regulations;
- ensure women participation at all levels and ensure adequate health standards on schemes;
- in close collaboration with relevant Ministries and organizations, ensure the enforcement of legislation on water conservation and catchment protection; and
- strengthen monitoring activities to ensure projects are executed as planned.

The new Ministry of Irrigation and Water Development is proposing an active development programme in 1995/96, which will include 30 dams (10 in each region), 7 500 ha of irrigation (2 500 ha in each region) and 60 pumping sites for 1 200 ha of irrigation.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Chirwa, A.B. 1994. Integrated Water Resources Management Plan for Zambezi River Basin. Country Position Paper.

FAO. 1985. Smallholder Irrigation in Malawi. Project Findings and Recommendations. Terminal Report of project MLW/80/013.

Hunting Technical Services/Sir Mott MacDonald and Partners. 1982. National and Shire Irrigation Study. Addendum on Groundwater Irrigation Potential.

Hunting Technical Services. 1986. Irrigation Study Phase II: Feasibility Studies. Final Report, Vol. 4, Annex: Self-Help Schemes.

Ministry of Agriculture and Livestock Development. 1994. The Agricultural and Livestock Development Strategy and Action Plan.

Mzembe, C.P. 1994. Overview of Irrigation Development in Malawi.

Mzembe, C.P. 1994. Irrigation Department. Executive Summary of Submitted Projects.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. Regional Irrigation Development Strategy. Country Report Malawi.

UNDP. 1986. National Water Resources Master Plan. Projects MLW 79/015 & MLW/84/003. Department of Water, Ministry of Works and Supplies.

United Nations. 1993. Situation Analysis of Poverty in Malawi.

World Bank. 1994. Water Services Sector Study. Final Report, prepared by Cowiconsult A/S and Norconsult A/S.

World Bank. 1994. National Water Development Project - Project Document. Cowiconsult A/S and Norconsult A/S.

Copyrighted material

MALI

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Mali a une superficie totale de 1,24 million de kilomètres carrés. La superficie cultivable s'élève à 43,7 millions d'hectares, soit 35% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à 2,6 millions d'hectares, soit 2% de la superficie totale et 6% de la superficie cultivable.

La population était estimée à environ 10 millions d'habitants en 1994, dont 80% de ruraux. La densité est de 8,4 hab./km^2, mais elle varie entre 0,2 hab./km^2 dans le nord et 17,2 hab./km^2 dans le sud. Le taux de croissance démographique est estimé à 2,5% par an.

Le secteur agricole représente plus de 53% du PNB, emploie 83% de la population active et fournit environ 75% des recettes d'exportation.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	124 019 000	ha
Superficie cultivable	1992	43 700 000	ha
Superficie cultivée	1990	2 600 000	ha
Population totale	1994	10 462 000	hab.
Densité de population	1994	8	hab./km^2
Population rurale	1991	80	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	41	%
Population rurale	1990	4	%

Climat et ressources en eau

Le régime climatique est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche dont la durée varie de cinq mois au sud à neuf mois au nord et d'une saison humide (de mai/juin à septembre/octobre). Les précipitations décroissent de 1 400 mm/an au sud à moins de 100 mm/an au nord (tableau 2). La distribution des précipitations est très irrégulière, avec des épisodes pluvieux violents sous forme de grains localisés, et présente une forte variabilité interannuelle. La moyenne annuelle des températures oscille entre 26° et 30°C.

TABLEAU 2
Variation de la pluviométrie (années 1936-85)

Province	Pluie moy (mm/an)	Pluie max (mm/an)	Pluie min (mm/an)
Sikasso	1091	1449	673
Kayes	893	1275	555
Koulikoro	804	1135	530
Ségou	666	907	457
Mopti	556	842	364
Tombouctou	208	348	96
Gao	205	346	100

Les ressources en eau de surface générées au Mali sont estimées à 40 km^3/an. Le système hydraulique est constitué par les bassins du Haut Sénégal et du Niger moyen. Les

Copyrighted material

TABLEAU 3
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		334	mm/an
		414,8	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		60	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	5 735	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		100	km^3/an
Indice de dépendance		40	%
Capacité totale des barrages	1992	11	km^3
Eau déselinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	1 319	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	27	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	14	10^6 m^3/an
Total		1 360	10^6 m^3/an
par habitant	1987	161	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		2,3	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 4
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1992	560 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	78 620	ha
- irrigation de surface		1994	78 520	ha
- irrigation par aspersion		1989	100	ha
- micro-irrigation		1989	0	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1989	2,6	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1989	97,4	%
Pertie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1989	3 826	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1989	109 023	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**191 469**	**ha**
- En pourcentage de le superficie cultivée		1989	7,4	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1989	4,9	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 100 ha	1994	63 119	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< 100 ha	1994	15 501	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1987	236 381	t
en % de la production totale de céréales		1987	22,4	%
Cultures irriguées		1987	273 556	ha
- riz		1987	193 000	ha
- sorgho de décrue		1987	73 700	ha
- canne à sucre		1987	3 200	ha
- blé		1987	2 190	ha
- autres		1987	1 466	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 1,36 km³ en 1987)

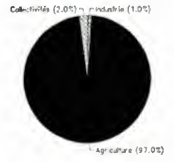
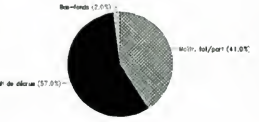


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1989)



cours d'eau permanents sont concentrés exclusivement au sud et au centre du pays, alors que le nord se caractérise par la présence de nombreuses vallées fossiles. Ce déséquilibre dans la localisation des ressources en eau de surface pérennes contribue à expliquer l'inégale occupation de l'espace agricole. Les ressources en eau de surface non pérennes n'ont pas, jusqu'à présent, fait l'objet d'un inventaire exhaustif. Le volume total des ressources en eau souterraine renouvelables est de l'ordre de 20 km³/an en année de pluviométrie moyenne. L'exploitation des eaux souterraines est estimée actuellement à 0,106 km³/an, soit 0,5% des ressources disponibles.

Les prélèvements en eau pour l'agriculture, les collectivités et l'industrie s'élevaient à 1,36 km³ en 1987 (figure 1).

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1989)

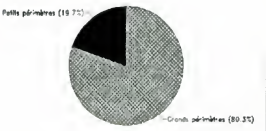


TABLEAU 5
Superficies avec contrôle de l'eau par province (1994)

Province	Superficie aménagée	
	ha	%
Sikasso	7 530	3,9
Kayes	822	0,4
Koulikoro	8 000	4,2
Ségou	101 782	53,2
Mopti	38 935	20,3
Tombouctou	19 885	10,4
Gao	14 515	7,6
Total	191 469	100,0

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les potentialités des terres avec aptitude à l'irrigation sont estimées à 2 200 000 ha. Mais, en tenant compte des ressources en eau mobilisables, le potentiel en terres irrigables est estimé à 560 000 ha, soit un peu plus de 1% de la superficie cultivable. En 1994, on estimait à 191 469 ha les superficies avec contrôle de l'eau: maîtrise totale/partielle, cultures de décrue et bas-fonds (figure 2 et tableau 5). Cependant, on estime que 50 000 ha aménagés ont été abandonnés, ce qui ramène la superficie aménagée exploitée à moins de 130 000 ha, soit 5% des terres cultivées et 23% du potentiel irrigable. Les grands périmètres (plus de 100 ha) représentent 80% de la superficie équipée en maîtrise totale/partielle (figure 3).

Copyrighted material

FIGURE 4
Cultures irriguées (1987)

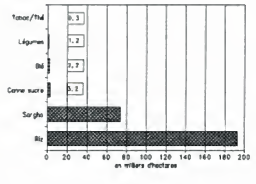


FIGURE 5
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1989)

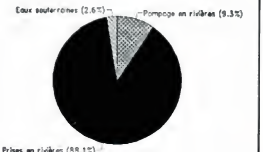


TABLEAU 6
Typologie des superficies sous irrigation

Typologie des périmètres	Niveau de maîtrise	Origine de l'eau d'irrigation	Principales cultures	Mode de gestion	% des superficies sous irrigation
Grands périmètres (incl. Office du Niger)	Maîtrise totale	Alimentation gravitaire à partir des grands barrages	Riz, canne à sucre, maraîchage	Administration	30
Grands périmètres (incl. Opération riz Ségou et riz Mopti)	Submersion contrôlée et culturee de décrue	Alimentation à partir de la crue des fleuves et des rivières	Riz, sorgho de décrue, blé	Administration	57
Grands périmètres type agro-industriel	Maîtrise totale	Alimentation gravitaire à partir des grands barrages	Cultures de rente (thé, canne à sucre)	Co-gestion (Mali-Chine)	3
Petits périmètres irrigués villageois (PPIV)	Maîtrise totale	Alimentation par pompage à partir de la nappe ou des cours d'eau. Parfois, alimentation à partir des petits barrages	Riz, maraîchage	Administration ou ONG + communauté villageoise ou locale	4
Petits périmètres privés (près des centres urbains)	Maîtrise totale	Pompage	Maraîchage, fruitiers	Privé	3
Bas-fonds (toutes tailles)	Irrigation traditionnelle	Alimentation à partir des crues et des eaux de ruissellement	Riz, maraîchage	Administration ou ONG + utilisateurs	2
Petits périmètres type oasien	Maîtrise partielle	Alimentation à partir des puisards	Palmier dattier	Administration	1

Note: Grands périmètres – > 100 ha; petits périmètres – < 100 ha.

Compte tenu de la double culture, la superficie des cultures irriguées s'élevait à environ 274 000 ha en 1987. Le riz occupe plus de 70% des superficies avec contrôle de l'eau, suivi par le sorgho de décrue (figure 4).

Les différents types de périmètres rencontrés au Mali ainsi que leurs modes de gestion sont présentés dans le tableau 6.

La-quasi totalité des superficies équipées en maîtrise totale/partielle sont irriguées par eaux de surface, comme le montre la figure 5.

Copyrighted material

FIGURE 6
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1991)

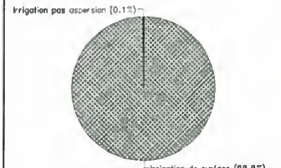


FIGURE 7
Evolution des superficies des cultures irriguées (en tenant compte des doubles cultures)

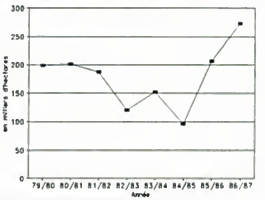


TABLEAU 7
Coûts d'aménagement

Type de périmètre	Coûts d'investissement ($EU/ha)	Charges pour 2 campagnes[1] ($EU/ha)
Grands périmètres (nouveau)	16 000	300
Grands périmètres (réhabilitation)	11 000	300
Petits périmètres irrigués (maîtrise totale)	12 000	380
Petits et moyens périmètres privés	5 000	380
Submersion contrôlée (nouveau)	2 500	110
Submersion contrôlée (réhabilitation)	1 000	110
Bas-fonds	900	110

Note: (1) Dépenses annuelles brutes de l'Etat pour assurer le fonctionnement et l'entretien des investissements.

La technique d'irrigation par aspersion est pratiquée sur une petite superficie d'environ 100 ha (= 0,1%). Pour le reste, c'est l'irrigation de surface qui est pratiquée (figure 6).

La figure 7 montre l'évolution des superficies des cultures irriguées depuis 1979.

Les coûts d'aménagement varient énormément en fonction du type d'aménagement. Quelques exemples de coûts d'aménagement avant la dévaluation du FCFA sont donnés dans le tableau 7.

Le développement de l'irrigation représente entre 40 et 50% du programme d'investissement du secteur agricole.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les institutions publiques intervenant dans le développement de l'hydraulique agricole sont:

- le Ministère du développement rural et de l'environnement (MDRE), avec:
  - la Direction nationale du génie rural (DNGR): elle est chargée notamment de la conception et de la supervision d'études et de travaux en matière d'aménagements hydro-agricoles, pastoraux ou sylvicoles;
  - la Direction nationale de l'agriculture;

Copyrighted material

- l'Institut d'économie rurale (IER): il est chargé des études et statistiques économiques dans le domaine agricole;
- la Direction nationale de l'élevage (DNE): elle est chargée de mettre en oeuvre, de contrôler et de coordonner la politique d'hydraulique pastorale;
- la Direction nationale de l'action coopérative (DNACOOP): elle est chargée de promouvoir, d'organiser et de gérer les coopératives agricoles villageoises.

• le Ministère de l'industrie et de l'énergie, avec:
  - la Direction nationale de l'hydraulique et de l'énergie (DNHE): elle intervient dans l'inventaire et la gestion des ressources en eau.

Le code domanial et foncier englobe les eaux souterraines et les eaux de surface dans le domaine public de l'Etat. Il reconnaît par ailleurs les droit d'utilisation traditionnelle et les droits d'usage sur les domaines fonciers publics ou privés de l'Etat et on considère par extension que cette reconnaissance concerne aussi l'usage de l'eau.

Le projet de Code de l'eau, élaboré en 1986 et remanié en 1989 par les administrations concernées avec l'aide du PNUD et de la Banque mondiale, a été adopté et constitue la Loi N° 90-17-AN-RM du 27/01/1990 fixant le régime des eaux du Mali. Les décrets qui doivent fixer les modalités d'application de la loi n'étaient pas encore promulgués à la fin de l'année 1994.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les contraintes à l'exploitation des ressources en eau et au développement de l'irrigation au Mali peuvent être résumées comme suit:

- l'irrégularité du régime pluviométrique et hydrologique;
- l'évaporation très importante sur les retenues d'eau, pouvant atteindre jusqu'à 2 000 mm pendant la saison sèche;
- le coût d'exhaure élevé pour le développement des eaux souterraines;
- le coût des ouvrages de retenue d'eau de surface élevé;
- la multitude des intervenants dans le domaine de l'irrigation;
- les problèmes d'organisation des producteurs et de la gestion des périmètres;
- les difficultés de commercialisation locale des produits;
- l'absence de moyens de transformation des produits périssables;
- la mauvaise distribution géographique des ressources en terres et en eau.

Les programmes actuels dans le domaine de l'irrigation se concentrent sur la valorisation des infrastructures existantes et la promotion des initiatives privées en matière d'irrigation. La réorganisation en cours de l'Office du Niger s'oriente vers une structure plus légère dans laquelle les utilisateurs jouent un rôle plus important dans l'entretien et la gestion des équipements et des infrastructures.

La nouvelle politique en matière d'irrigation, qui consiste en l'allégement des structures par le désengagement de l'Etat, devrait favoriser l'accroisement des initiatives privées. D'autre part, la relecture en cours du code foncier devrait aboutir à plus de clarté dans le régime foncier, ce qui est vu comme un élément favorable pour l'irrigation.

Copyrighted material

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Cheick Bougadary Bathily. 1991. Schéma directeur de la mise en valeur des ressources en eau au Mali - Volets hydraulique agricole et cultures irriguées. Rapport préparé pour le projet MLI/89/003. Décembre 1991.

FAO. 1992. Mali: Aperçu sur le sous-secteur irrigué. Centre d'investissement. Rapport N° 84/92 CP-MLI 36 SR.

FAO. 1990. Le sous-secteur des cultures irriguées - stratégies possibles d'intervention. Centre d'investissement. Rapport N° 143/90 CP-MLI 30 WP.

Ministère de l'agriculture. 1987. *Revue du secteur agricole du Mali.*

PNUD. 1990. Schéma directeur de la mise en valeur des ressources en eau du Mali. Rapport PNUD/UNDTCD, projet MLI/84/005.

Copyrighted material

MAROC

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Maroc, situé au nord-ouest du continent africain, a une superficie totale[1] de 446 500 km^2. La superficie cultivable s'élève à 8 millions d'hectares, soit 18% de la superficie totale du pays. La superficie cultivée s'élève à 7 212 000 ha, soit 16% de la superficie totale du pays et 90% de la superficie cultivable.

La population est estimée à environ 26 millions d'habitants, soit une densité de 59 hab./km^2, mais ce chiffre cache une grande variation entre les zones côtières où la densité est la plus forte, les zones montagneuses et les zones désertiques où la faible population est concentrée près des oasis. La population est à 54% rurale.

Le secteur agricole représente entre 12 et 20% du PIB du pays et emploie environ 47% de la population active. Les zones irriguées, bien que représentant moins de 20% des surfaces cultivées, contribuent à environ 45% de la valeur ajoutée agricole.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	44 650 000	ha
Superficie cultivable	1992	8 000 000	ha
Superficie cultivée	1990	7 212 000	ha
Population totale	1994	26 488 000	hab.
Densité de population	1994	59	hab./km^2
Population rurale	1990	54	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	100	%
Population rurale	1990	18	%

Climat et ressources en eau

La pluviométrie moyenne, de 340 mm par an, varie de plus de 450 mm au nord, où une agriculture pluviale est encore possible, à moins de 150 mm/an vers le sud-est, où l'irrigation est une nécessité absolue, qu'elle provienne de grands périmètres ou qu'elle reste limitée aux oasis. Plus de 50% des apports pluviométriques sont concentrés sur 15% de la superficie du pays.

Les ressources en eaux sont évaluées à 30 km^3, dont 22,5 km^3 en eaux de surface et 7,5 km^3 en eaux souterraines (figure 1). Les ressources mobilisées étaient de 11 km^3 en 1992

[1] Selon la pratique des Nations Unies, ce chiffre ne comprend pas la superficie du Sahara occidental qui est de 266 000 km^2 environ. Ceci n'implique aucune prise de position de la part de la FAO quant au statut légal, juridique ou constitutionnel du Sahara occidental.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		336	mm/an
		150,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		30,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	1 133	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		30,0	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages	1992	11,0	km^3
Eau désalinisée	1992	3,4	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1991	10 180	10^6 m^3/an
- Collectivités	1992	543	10^6 m^3/an
- Industrie	1992	322	10^6 m^3/an
Total		11 045	10^6 m^3/an
par habitant	1991	436	m^3/hab/an
en % des ressources renouvelables internes		36,8	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production	1992	220	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1993	1 653 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1989	1 093 200	ha
- irrigation de surface		1989	986 000	ha
- irrigation par aspersion		1989	103 200	ha
- micro-irrigation		1989	4 000	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1989	31	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1989	69	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		1989	165 000	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1989	**1 258 200**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1989	17,4	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha	1989	431 650	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha	1989	661 550	ha
Nombre total de ménages				
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1990	1 025 000	t
en % de la production totale de céréales		1990	15,4	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)		1990	1 073 000	ha
- céréales		1990	410 000	ha
- arboriculture		1990	186 000	ha
- légumes		1990	140 000	ha
- fourrages		1990	100 000	ha
- autres		1990	237 000	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Répartition des ressources en eau par grands bassins

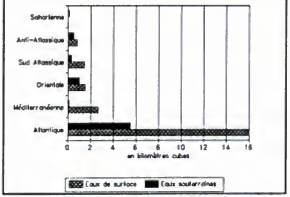
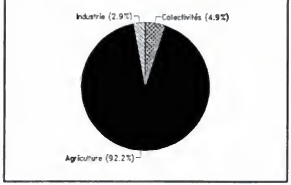
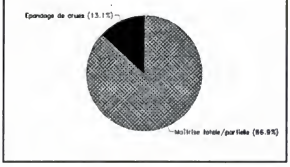


FIGURE 2
Prélèvements en eau (total: 11,05 km³ en 1992)



dont 7,5 provenant d'eaux de surface et 3,5 km^3 d'eaux souterraines. L'utilisation des eaux de surface est régularisée par des barrages qui permettent d'étaler la ressource en eau dans le temps, la rendant ainsi disponible durant les périodes les plus sèches. En 1990, 34 barrages étaient en service, avec une capacité totale de 11 km^3. Treize de ces barrages desservent les grands périmètres irrigués gérés par des Offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA).

FIGURE 3
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1989)



Les prélèvements en eau pour l'agriculture représentent 92% du total des prélèvements en 1992 (figure 2). La production hydro-électrique était de 1 500 GWh en 1991, soit 30% de la production énergétique totale du pays. En 1990, 236 000 points d'eau (puits 91%, sources 8%, points d'eau de surface 1%) étaient recensés en zone rurale, soit environ 1 point d'eau pour 50 habitants, dont 16% équipés d'un moyen d'exhaure, mécanique ou motorisé. Une enquête sanitaire a montré que 84% des points d'eau fournissent de l'eau non potable. Finalement, 10% de la population rurale est desservie de manière satisfaisante par des systèmes collectifs et 8% bénéficient de réseaux de distribution, soit un taux de couverture en milieu rural de 18%.

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

L'irrigation est un secteur stratégique au Maroc. Les superficies avec contrôle de l'eau, soit 1,26 million d'hectares environ, ne représentent que 17% des superficies cultivées, mais 76% du potentiel d'irrigation. La superficie d'irrigation par épandage de crues s'élève à 165 000 ha, le reste étant des périmètres en maîtrise totale/partielle (figure 3), dont deux tiers environ sont irrigués par des eaux de surface (figure 4).

La technique d'irrigation est surtout l'irrigation de surface (figure 5), l'irrigation par aspersion n'étant pratiquée que dans certains aménagements en grande hydraulique. Les principales cultures irriguées sont les céréales (figure 6).

Copyrighted material

FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1989)

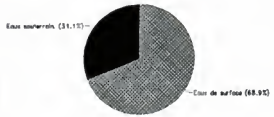


FIGURE 5
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1989)

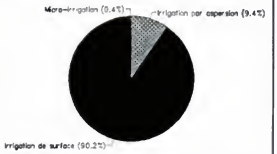


FIGURE 6
Cultures irriguées, maîtrise totale/partielle (1990)

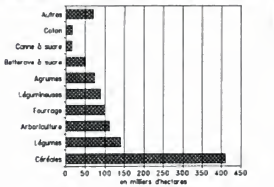
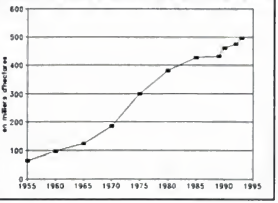


FIGURE 7
Evolution des aménagements en grande hydraulique



La grande hydraulique

Dès les années 60, l'accent a été mis sur la construction de barrages et les aménagements en grande hydraulique, comme le montre la figure 7. Ces périmètres de grande hydraulique (pour des surfaces supérieures à 30 000 ha) sont gérés de manière décentralisée par les ORMVA, au nombre de neuf, couvrant une superficie totale de 431 650 ha en 1989 et 496 000 ha en 1993.

L'aspersion n'est utilisée que sur 23,5% des surfaces irriguées dans les ORMVA.

Le Code des investissements agricoles (1969 – en cours de révision) définit la participation des agriculteurs au financement des équipements et à la couverture des charges de fonctionnement des réseaux.

Le coût de gestion des périmètres en grande hydraulique varie de 6 à 12 $EU/ha, et le coût des entretiens des équipements externes de 6 à 17 $EU/ha. Le coût de l'énergie représente en effet une part importante de la redevance hydraulique. Ainsi, l'irrigation par aspersion entraîne un surcoût dû à l'énergie de 144 $EU/ha.

Copyrighted material

FIGURE 8
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau en grande hydraulique et en petite et moyenne hydraulique (incluant l'irrigation par épandage de crues) (1989)

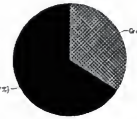
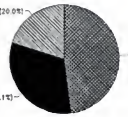


FIGURE 9
Typologie des superficies irriguées en petite et moyenne hydraulique en fonction de la disponibilité de l'eau (1989)



La petite et moyenne hydraulique

Aux superficies de grande hydraulique décrites plus haut, il faut ajouter environ 826 550 ha en petite et moyenne hydraulique (l'irrigation par épandage de crues incluse), dont 416 550 dans les zones gérées par les ORMVA, et le reste en dehors (figure 8). Environ 397 000 ha de ces zones en petite et moyenne hydraulique sont irriguées par des eaux pérennes, 265 000 ha le sont à partir d'eaux saisonnières et 165 000 ha par épandage des crues (figure 9).

Les périmètres de montagne utilisent le plus souvent l'eau des sources et fonctionnent en distribution gravitaire.

Le principe de la distribution – tant en grande hydraulique qu'en petite et moyenne hydraulique – est le tour d'eau. L'unité de mesure la plus fréquente en gravitaire est constituée par une "main d'eau" correspondant à un débit de 30 l/s. Cette unité sert ainsi de base au dimensionnement des réseaux en grande hydraulique.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Dans le sous-secteur de la gestion des ressources en eau, c'est le Conseil supérieur de l'eau et du climat qui est le principal organisme impliqué. Il est mandaté pour coordonner la politique de développement des ressources hydriques par l'examen des politiques de développement du secteur, l'approbation de plans directeurs régionaux liés au développement des ressources hydriques (préparés par la Direction de l'équipement rural), l'arbitrage de conflits en matière d'allocation des ressources en eau et l'élaboration de politiques pour la préservation de la qualité de l'eau. L'administration hydraulique assure le secrétariat de ce Conseil qui réunit les principales administrations concernées par le secteur, des représentants élus, des organisations socio-professionnelles, les autorités locales et des représentants des différents types d'utilisateurs d'eau.

Dans le sous-secteur de l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement, les principaux organismes concernés sont:

Copyrighted material

- l'Administration de l'hydraulique (AH), placée sous la tutelle du Ministère des travaux publics, s'occupe de l'approvisionnement en eau au niveau des bassins versants. Elle est, à ce titre, chargée de l'étude et de l'exploitation des ressources en eau;

- l'Office national de l'eau potable (ONEP), organisme sous la tutelle du Ministère des travaux publics, est chargé de contrôler la distribution de l'eau en milieu urbain, en accord avec les régies, et dans quelques municipalités rurales. Il planifie, construit et gère les installations de traitement et de transport en provenance des sources primaires de l'administration hydraulique, c'est-à-dire les réservoirs et canaux primaires;

- 16 régies autonomes intercommunales de l'eau, placées sous la tutelle du Ministère de l'intérieur et supervisées par la Direction des régies et services concédés de ce Ministère, sont chargées de la distribution de l'eau dans ces municipalités;

- le Ministère de la santé publique (MSP) est chargé de contrôler avec l'ONEP la qualité des ressources hydriques pour les réseaux d'eau potable des villes et villages dont il assure l'alimentation.

Dans le secteur de l'agriculture irriguée, les principaux organismes impliqués sont:

- le Ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole (MAMVA). Il est chargé de superviser les nouveaux investissements, en particulier l'expansion, la réhabilitation et la maintenance de tous les périmètres de la grande et moyenne hydraulique;

- l'Administration hydraulique. Elle est chargée de la mobilisation de l'eau pour le secteur de l'irrigation de la grande hydraulique. Elle construit et entretient les grands travaux hydrauliques tels que les barrages, les dérivations fluviales et les projets d'exploitation des eaux souterraines;

- l'Administration du génie rural (AGR), qui a la responsabilité de la gestion des périmètres irrigués:

  - Les ORMVA, qui sont des établissements publics financièrement autonomes, placés sous la tutelle du Ministère de l'agriculture et de la mise en valeur agricole, sont responsables de la planification et de la gestion des ressources en eau à usage agricole, de la conception, la construction et la gestion des périmètres de grande hydraulique. Les ORMVA sont aussi responsables de la petite et moyenne hydraulique de leurs juridictions géographiques.

  - En dehors des zones d'action des ORMVA, les Directions provinciales d'agriculture sont chargées de la promotion et la gestion des petits et moyens périmètres d'irrigation, mais les services proposés restent essentiellement limités à la vulgarisation.

En 1994, l'adoption d'un nouveau Code de l'eau était imminente.

Copyrighted material

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les ressources en eaux superficielles sont limitées et une économie de ces ressources est nécessaire dans le but de satisfaire les besoins en eau potable, en eau industrielle et en eau agricole pour le XXIème siècle. Si globalement la demande en eau est satisfaite, certaines régions souffrent d'une demande trop importante, phénomène exacerbé durant les années de faible hydraulicité.

La multiplication du nombre de barrages est l'un des éléments choisis pour augmenter la ressource. Mais il s'agit aussi de préserver la ressource existante. Ainsi, l'envasement des barrages actuels représente près de 50 millions de mètres cubes par an, et la capacité déjà perdue en 1990 est de 800 millions de mètres cubes (7% de la capacité totale). Un programme de protection des barrages contre l'envasement est donc en cours de réalisation. Un autre élément choisi est l'extraction de plus en plus importante des ressources souterraines. Mais le coût de mobilisation des ressources est très élevé et certains aquifères sont déjà surexploités.

La politique actuellement souhaitée par le Gouvernement passe donc par une gestion de la demande, en modérant ou en réorientant celle-ci, en réduisant les pertes, en protégeant la qualité des ressources et en maximisant les effets socio-économiques de l'utilisation de l'eau.

Un Programme national d'irrigation à l'an 2000 (PNI 2000) a été adopté en 1992, dont les objectifs sont:

- d'équiper d'ici à l'an 2000 la totalité des surfaces dominées par des barrages existants ou en cours de construction (environ 250 000 ha);
- d'améliorer les performances des anciens périmètres de grande hydraulique ou de petite et moyenne hydraulique en réhabilitant ou en modernisant leurs équipements.

Le programme concerne 250 000 ha en équipements nouveaux et 200 000 ha en réhabilitation.

Enfin, une réflexion est menée sur la structure de la propriété foncière caractérisée par la prédominance de la petite propriété foncière (moins de 5 ha), le morcellement des exploitations, l'absence de titres fonciers et de sécurité foncière, et ses implications sur la gestion des périmètres et de la ressource.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

AIGR [Amicale des ingénieurs du génie rural]. 1991. Annuaire 1990 du Génie rural.

Banque mondiale. 1993. Morocco Irrigated areas agricultural services project. Rapport 11947-MOR.

Copyrighted material

BRGM/SOGREAH/SCET/CINAM. 1991. Etude du Schéma directeur national d'approvisionnement en eau potable des populations rurales. Mission d'évaluation globale de la situation actuelle d'AEP du milieu rural, PNUD.

Conseil supérieur de l'eau. 1991. Aménagement des bassins versants et protection des barrages contre l'envasement.

Conseil supérieur de l'eau. 1993. Aménagement hydro-agricole - Situation actuelle et perspectives.

Direction des statistiques. 1994. Annuaire statistique du Maroc 1993.

Lahlou, O. 1988. L'aménagement hydro-agricole, cas du périmètre irrigué marocain.

Nadifi, K., & Wahabi, R. 1993. Water resources in Morocco: The state of art and the future prospects. Communication présentée au Symposium régional sur l'utilisation et la conservation des ressources en eau.

SCET-AGRI & GERSAR. 1987. The Moroccan irrigation potential.

SCET-AGRI & GERSAR/Banque mondiale/PNUD/Gouvernement français. 1984. Study on options and investment priorities in irrigation development. Morocco country case study. 2 volumes.

PNUD. 1985. Options and investment priorities in irrigation development. Rapport MOR/SR2.

Copyrighted material

MAURITANIE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La Mauritanie, située au nord-ouest du continent africain, a une superficie totale d'environ 1 million de kilomètres carrés. La superficie cultivable s'élève à environ 20 millions d'hectares, soit 19,6% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élevait à 199 000 ha en 1989, soit 1% de la superficie cultivable et 0,2% de la superficie totale.

La population était estimée à 2,2 millions d'habitants en 1994, dont 53% de ruraux. La densité de la population est de 2 hab./km^2, mais elle varie de 0,13 hab./km^2 dans le Tiris Zemmour à 18,5 hab./km dans le Gorgol. Le taux de croissance démographique s'élève à 2,7% par an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	102 552 000	ha
Superficie cultivable	1985	20 129 689	ha
Superficie cultivée	1989	199 000	ha
Population totale	1994	2 217 000	hab.
Densité de population	1994	2	hab./km^2
Population rurale	1990	53	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	67	%
Population rurale	1990	65	%

L'agriculture et l'élevage représentent 20% du PIB.

Climat et ressources en eau

La pluviométrie annuelle moyenne est de 99 mm, mais elle varie entre quelques dizaines de millimètres au nord et plus de 500 mm/an au sud-est (Sélibaby). La saison pluvieuse ne dure que trois mois. Les températures moyennes extrêmes vont de 16°C en janvier (Bir Mougrein) à 36°C en juin (Kiffa).

Les ressources en eau de surface renouvelables sont estimées à 11,1 km^3/an. Le système hydrographique est constitué principalement du fleuve Sénégal avec ses affluents de la rive droite en aval de Bakel. Quelques oueds sont à signaler avec des écoulements intermittents lors de la saison des pluies. Les réserves totales en eau souterraine sont estimées à 3,7 km^3. Cette estimation ne concerne que les aquifères continus. Les nappes alluviales d'oued ainsi que les systèmes discontinus n'ont pas à ce jour fait l'objet d'une quantification. Les ressources en eau souterraines renouvelables sont estimées à 0,3 km^3/an. La partie utilisée des ressources en eau s'élevait à 1,6 km^3 en 1985 (figure 1).

Les besoins estimés pour l'approvisionnement en eau de la population rurale en l'an 2000 sont de 3 750 points d'eau, dont 2 118 sont actuellement déjà réalisés.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		99	mm/an
		101,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		0,4	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	180	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		11,4	km^3/an
Indice de dépendance		96,5	%
Capacité totale des barrages	1994	0,9	km^3
Eau désalinisée	1990	1,7	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1985	1 499,6	10^6 m^3/an
- Collectivités	1985	101,1	10^6 m^3/an
- Industrie	1985	29,3	10^6 m^3/an
Total		1 630,0	10^6 m^3/an
par habitant	1985	923	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		407,5	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	221 000	ha
Irrigation:				
1. irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	49 200	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1994	9,6	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1994	90,4	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1994	54	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1988	64 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**1994**	**113 200**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	56,9	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1994	41,6	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 200 ha	1994	6 217	ha
Périmètres moyens		1994	3 037	ha
Petits périmètres	< 50 ha	1994	39 967	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées		1993	136 498	t
en % de la production totale de céréales		1993	65,5	%
Cultures irriguées		1993	134 899	ha
- sorgho		1993	62 488	ha
- polyculture / maraîchage		1993	40 820	ha
- riz		1993	22 408	ha
- palmiers-dattiers		1993	4 751	ha
- autres		1993	4 432	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée		1994	12 784	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélevements en eau (total: 1,63 km³ en 1985)

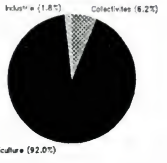
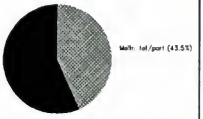


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)

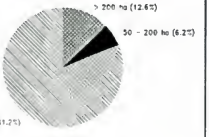


DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les potentialités des terres avec aptitude à l'irrigation sont estimées à 257 000 ha dont 110 000 ha pour les cultures de décrue. Toutefois, en tenant compte des disponibilités en eau, le potentiel se réduit à 221 000 ha, dont 74 000 ha pour les cultures de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal et en amont de barrages en terre.

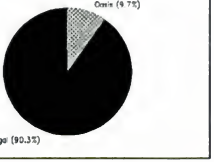
La superficie avec contrôle de l'eau est évaluée à 113 200 ha (figure 2).

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1994)



Les superficies équipées pour une irrigation avec une maîtrise de l'eau partielle ou totale s'élèvent à 49 200 ha, avec principalement des petits périmètres d'une superficie inférieure à 50 ha (figure 3). Cette superficie se décompose en 4 751 ha de périmètres oasiens, et le reste (soit 90% environ) de périmètres dans les provinces de la vallée du fleuve Sénégal (figure 4):

FIGURE 4
Répartition des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1994)



- les oasis sont au nombre de 218. Elles sont irriguées à partir d'eaux souterraines. On dénombre 31 400 puits dans les oasis, dont la majorité sont à exhaure manuelle (figure 5). Environ 400 000 personnes vivent dans les oasis, mais seules 14 700 familles exploitent les 4 751 ha de palmiers-dattiers (plus d'un million de palmiers productifs) et les quelque 244 ha cultivés sous les palmiers. Les oasis sont de très petite taille, puisque 46% font moins de 10 ha (figure 6). Toutes les superficies équipées pour l'irrigation sont irriguées chaque année:

Copyrighted material

FIGURE 5
Répartition des systèmes d'exhaure dans les oasis (1993)

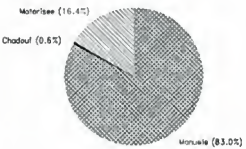


FIGURE 6
Typologie des oasis (1993)

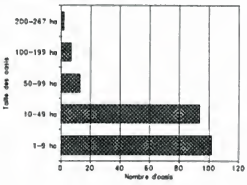


FIGURE 7
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1994)

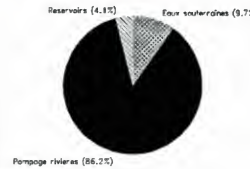
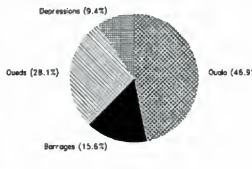


FIGURE 8
Typologie des systèmes de décrue (1988)



- Les périmètres de la vallée du fleuve Sénégal et de ses affluents ne sont que partiellement irrigués chaque année (22 000 ha seulement en 1994). Les surfaces à réhabiliter sont nombreuses, puisque près de 38 000 ha ont été considérés dans un état moyen ou insuffisant au cours du dernier recensement de l'état des périmètres. Si les oasis sont toutes irriguées à partir des eaux souterraines, les périmètres de la vallée du fleuve et de ses affluents sont tous irrigués à partir des eaux de surface, surtout par pompage dans la rivière (figure 7).

La technique principale d'irrigation dans les périmètres en maîtrise totale/partielle est l'irrigation de surface. Les coûts d'aménagement de 1 hectare irrigué varient entre 2 200 EU$/ha pour un petit périmètre à environ 12 500 EU$/ha pour un grand périmètre.

Les superficies où sont implantées les cultures de décrue sont évaluées à 64 000 ha. Elles se décomposent en plusieurs types (figure 8):

- les *oualo* dans le lit majeur inondable de la vallée du Sénégal et du Gorgol. Elles varient suivant les années entre 20 000 et 40 000 ha, pour une superficie moyenne de 30 000 ha;

- la décrue autour des grands barrages, pour une superficie totale de 10 000 ha, dont 4 000 ha au lac Rkiz, 3 500 ha dans l'Achram, et 2 500 ha dans le Foum Gleita;

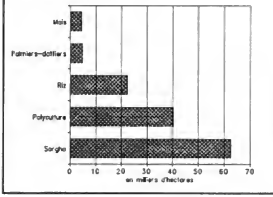
Copyrighted material

- la décrue des retenues d'eau de moins de 1 000 ha au travers des lits des oueds. Cette surface varie au total entre 16 000 et 20 000 ha suivant les années;

- les dépressions topographiques inondables par les eaux de ruissellement (6 000 ha). Diverses estimations donnent des superficies variant entre 2 000 et 10 000 ha.

Les principales cultures sont le sorgho, le riz et les palmiers-dattiers. La polyculture/maraîchage dans les zones de décrue est aussi importante (figure 9).

FIGURE 9
Cultures irriguées (1993)



ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les institutions publiques intervenant dans le développement de l'hydraulique agricole sont:

- le Ministère du développement rural et de l'environnement:

  - la Société nationale de développement rural (SONADER);
  - la Direction de l'environnement et de l'aménagement rural (DEAR);
  - la Direction du développement des ressources agro-pastorales (DRAP);
  - la Cellule de planification.

- le Ministère de l'hydraulique:

  - la Direction de l'hydraulique;
  - la Cellule nationale de l'Office de mise en valeur du Sénégal (OMVS).

Le décret N° 90020 du 19.1.1990 fixe les modalités de la réorganisation foncière, en mettant l'accent sur l'individualisation du titre foncier en trois étapes: autorisation d'exploiter, concession provisoire et concession définitive.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Les contraintes à l'exploitation des ressources en eau et au développement de l'irrigation en Mauritanie peuvent être résumées ainsi:

- coût élevé des aménagements et en particulier des ouvrages en terre;
- problèmes d'enclavement (fleuve et oasis);
- faiblesse de l'appui accordé au secteur privé qui investit de manière insuffisante pour assurer la pérennité du capital productif;
- problèmes de commercialisation;

Copyrighted material

- mauvaise organisation de la gestion des périmètres et en particulier des périmètres collectifs;
- coût élevé pour la mobilisation des eaux souterraines;
- salinisation des sols (delta et bas-fleuve);
- évapotranspiration élevée (2 à 3 m du sud au nord);
- insuffisance et irrégularité de la pluviométrie et des écoulements d'oued.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Cellule de planification, Ministère du développement rural et de l'environnement. 1994. Le développement rural en chiffres.

FAO/DDC. 1988. Programme national de construction des barrages en terre.

FAO/DDC. 1990. Projet de développement intégré de la vallée du fleuve Sénégal. Document de travail (volet irrigation)

GERSAR. 1994. Etudes d'application des schémas directeurs du fleuve Sénégal et du Delta.

Ministère du développement rural et de l'environnement. 1993. Annuaire statistique des oasis.

PNUD. 1990. Schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau. Rapport du projet PNUD/DTCD/MAU/87/008.

SONADER. 1993. Enquête périmètres irrigués.

SONADER. 1994. Rapport d'activités 1993.

Copyrighted material

MAURITIUS

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Mauritius is an island country in the Indian Ocean with a total area of 2 040 km^2, consisting of the island of Mauritius itself (1 860 km^2), representing most of the country's territory; Rodriguez island (107 km^2); and the distant Cargados Carajos shoals and Agalaga islands.

Total population is about 1.1 million inhabitants (1994), of which 59% is rural. Average population density is 541/km^2.

Agriculture contributes 11% to GDP, of which 65% is from sugar cane, against 73% in 1986.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	204 000	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land	1995	85 400	ha
Total population	1994	1 104 000	inhab.
Population density	1994	541	inhab./km^2
Rural population	1990	59	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	100	%
Rural population	1990	100	%

Climate and water resources

The climate is of the tropical oceanic type in summer, and of the subtropical type in winter. There are two seasons: a hot one from November to April, and a cold one from May to October, with two transitional periods from April to June and from September to October. Cyclones occur, mostly during the hot season, and often cause serious damage to crops and buildings. The average annual rainfall is 2 180 mm, but varies from 700 mm in the western coastal zone to 4 000 mm/year on the highest parts of the central plateau.

There are 25 main river basins, and the largest are the Grand River Southeast and the Grand River Northwest. Discharge to the sea is estimated to be 0.5 km^3/year. Globally, renewable water resources are estimated at 2.2 km^3.

There are ten man-made reservoirs, with a total capacity of 70.2 million m^3.

Total water withdrawal was estimated in 1974 at 360 million m^3 (Figure 1), of which 277 million m^3 for agriculture, which seems to be a considerable overestimate. Total water withdrawal was estimated at 566 million m^3/year in 1989. 40% of the people's water needs is met with groundwater (Figure 2). The total coverage in water supply is excellent in Mauritius, since it is estimated to be 100%.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		2 180	mm/yr
		4.4	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		2.2	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	1 993	m^3/yr
Global renewable water resources		2.2	km^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity		0.07	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1974	276.8	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1974	58.4	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1974	24.8	$10^6\ m^3/yr$
Total		360.0	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1974	409	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		16.4	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			-	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1995	17 500	ha
- surface irrigation		1995	1 500	ha
- sprinkler irrigation		1995	14 600	ha
- micro-irrigation		1995	1 400	ha
% of area irrigated from groundwater		1995	12	%
% of area irrigated from surface water		1995	88	%
% of the equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1995	17 500	ha
- as % of cultivated area			-	%
- increase over last 10 years		1995	11	%
- power irrigated area as % of water managed area		1995	40	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 1 000 ha	1987	7 030	ha
Medium schemes		1987	5 080	ha
Small schemes	< 500 ha	1987	4 610	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- sugar cane			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.36 km³ in 1974)

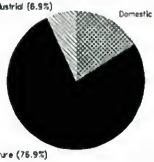
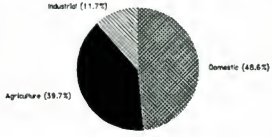


FIGURE 2
Groundwater withdrawal (Mauritius island; 1989)

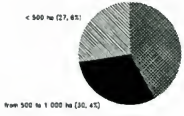


IRRIGATION DEVELOPMENT

The irrigation sector is primarily for sugar cane, which has in Mauritius one of the highest yields in the world. This crop is well adapted to the area, since it is resistant to the cyclones, which are frequent in the area.

In 1970, the full or partial control irrigated area was about 12 000 ha, all for sugar cane. In the late 1980s, half of the full or partial control area was irrigated by sprinkler. The full or partial control irrigated area was estimated to be 16 720 ha in 1987 (Figure 3) and 17 500 ha in 1995, mainly sugar cane irrigation on estates. Sprinkler irrigation is the major irrigation technique (83%).

FIGURE 3
Types of full or partial control irrigation schemes (1987)



Formerly, groundwater was used to a large extent to irrigate the sugar cane plantations. This practice has now generally ceased, owing to the high cost of electricity, which makes it quite unprofitable. In fact, pumped irrigation is used only during the planting of the sugar cane (once every 8 years), in order to guarantee the harvest. Irrigation is also used to a limit extent in market gardening.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The main institutions involved in the irrigation and water subsector are:

- the Irrigation Authority under the aegis of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Natural Resources, and
- the Ministry of Energy, Water Resources and Postal Service.

Copyrighted material

Under the Central Water Authority Act No. 20, the Central Water Authority is the only body authorized to supply water for domestic, commercial and industrial use. It is responsible, *inter alia*, for data collection, correlation and interpretation for all water resources studies, the inventory of water resources, and the preparation of a policy for the utilization and monitoring of water resources.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

The agricultural sector in Mauritius is currently undergoing fundamental changes. The new keywords of Mauritius agricultural development are not only diversification of crops by use of the interlines of sugar cane for growing food crops such as potatoes or onions, but also development of higher value-added crops such as fruits, vegetables and horticulture; increasing farm size; and introduction of more capital-intensive techniques.

In the irrigation subsector, more emphasis is being placed on water-saving techniques (drip, pivot, guns) and non-labour-intensive systems. Surface irrigation systems, having poor efficiency (less than 40%), are being replaced by drip or sprinkler. The concept of localized schemes from small impounding dams (capacity 0.1 to 0.3 million m^3) is being encouraged. Three projects funded by the World Bank are already in the pipeline.

MAIN SOURCE OF INFORMATION

World Bank. 1992. *Mauritius: Expanding horizons*.

Copyrighted material

MOZAMBIQUE

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Mozambique is located on the east coast of southern Africa, and covers an area of 801 590 km^2 including 13 000 km^2 of inland water. The total cultivable area is estimated at 36 million ha (45% of the total area). In 1994, the cultivated area was 3.6 million ha, which is 4.5% of the total area and 10% of the cultivable area. According to the eighth article of the Mozambican Constitution, all land is owned by the State.

Total population (1994) is estimated at 15.5 million. In 1990, 27% was urban against only 19% in 1985. Average population density is 19.4/km^2. The annual demographic growth rate was 2.6% in 1986.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	80 159 000	ha
Cultivable land	1993	36 000 000	ha
Cultivated land	1986	3 600 000	ha
Total population	1994	15 527 000	inhab.
Population density	1994	19	inhab./km^2
Rural population	1990	73	%
Water supply coverage			
Urban population	1993	33	%
Rural population	1993	30	%

The agricultural sector accounts for about 40-50% of the GDP, employs close to 85% of the labour force, and generates around 90% of export earnings. Between 1981 and 1986, GDP declined at about 8% annually, and agricultural production in 1986 was approximately 75% of the level in 1981. In 1986, 93% of the agricultural population was working in the family sector, 5% in the private sector, and 2% in the cooperative sector.

Climate and water resources

Average precipitation is 969 mm per year, but varies between 327 mm in Pafuri (in the southwest) and 2 611 mm/year in Gurue, in the mountainous part of the northern provinces. The rainy season is between October and April, during the warm season.

Mozambique is located at the end of several major international southern African rivers, the Zambezi and Limpopo being among the most important ones. The global water resources are estimated at 216 km^3 per year, of which 100 km^3 are generated internally.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		969	mm/yr
		776.7	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		100.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	6 440	m^3/yr
Global renewable water resources		216.0	km^3/yr
Dependency ratio		53.7	%
Total dam capacity	1987	44.6	km^3
De-salinated water	1990	0.1	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1992	540	10^6 m^3/yr
- Domestic	1992	53	10^6 m^3/yr
- Industrial	1992	12	10^6 m^3/yr
Total		605	10^6 m^3/yr
per caput	1992	39.0	m^3/yr
as % of internal renewable water resources		0.6	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated	1987	0	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater	1987	0	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1994	3 300 000	ha
Irrigation				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1993	106 710	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated		1993	42	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1993	**106 710**	**ha**
- as a % percentage of cultivated area			3.0	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 200 ha	1993	70 040	ha
Medium schemes		1993	28 200	ha
Small schemes	< 30 ha	1993	8 470	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production		1994	2	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- rice		1994	18 000	ha
- sugar cane		1987	13 000	ha
- maize		1994	10 000	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation		1993	2 000	ha

Copyrighted material

In 1987, the total capacity of the 12 large dams was 44.64 km^3. Water allocation from these reservoirs is shared as follows: 3.90 km^3 (9%) for irrigation, 0.01 km^3 for water supply, and 40.73 km^3 (91%) for hydropower. The Cahora Bassa dam, on the Zambezi, is the largest hydro-electric plant in southern Africa, with an installed capacity of 2 060 MW and a storage capacity of 39.2 km^3, i.e., 88% of all dam storage capacity. In 1971, 583small dams (of which 90% were for irrigation or livestock watering) were registered, with a total volume of 60 million m^3. It is believed that most of them have been destroyed during the war.

Total water withdrawal was 0.605 km^3 in 1992, of which 12.7% was groundwater extraction (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.605 km^3 in 1992)

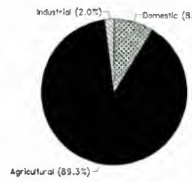
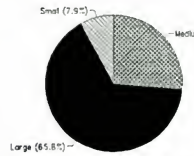


FIGURE 2
Types of full or partial control irrigation schemes (1993)

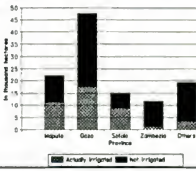


IRRIGATION DEVELOPMENT

There is no long tradition of farmer irrigation management in Mozambique. Thirty years ago, the total water managed area was about 8 000 ha. After independance, irrigation was developed in State farms for the cultivation of sugar cane and rice. Family sector irrigation is mainly focused on food crops, such as rice.

The irrigation potential is estimated to be 3 300 000 ha, 61% of which lies in the Zambezi river basin, which represents 9% of the cultivable area.

FIGURE 3
Areas equipped for full or partial control irrigation, divided into area actually irrigated and area not irrigated



The areas equipped for full or partial control irrigation are estimated at 106 700 ha (1993) (3.2% of the irrigation potential), divided into small schemes (less than 30 ha), medium scale (30-200 ha) and large schemes (Figure 2). The total land actually irrigated is estimated to cover an area of 45 000 ha, i.e., 42% of the equipped area (Figure 3). The main irrigated crops are rice, sugar cane, maize and citrus. Areas planted with sugar cane are reported to have decreased substantially in recent years. In most irrigation schemes, surface water is used, mostly rivers, and, to a much smaller extent, lakes. Basin irrigation for rice, and furrow irrigation for maize and vegetables, are practised. Sprinkler irrigation is widespread, especially in the sugar cane and cotton areas.

Copyrighted material

All kinds of irrigation systems can be found in Mozambique, from large multi-user (30 000 ha) to small individual (1 ha) schemes, from large industrial schemes to subsistence, family-owned irrigation plots. In the large schemes, where commercial and family sector irrigation co-exist, water management is almost non-existent. Hydraulic structures do not function, large administrative management bodies have been set up to run the schemes and there is almost no physical possibility of water control. In Chokwe, one of the major irrigation schemes (27 000 ha), complete rehabilitation of the main and secondary canals will be necessary before any efficient water management can take place. Investment for rehabilitation of the Chokwe scheme is estimated at about $US 45 million. There is a lot to do in terms of organization of small farmers in the family sector (water users associations).

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The institutions involved in water and irrigation development are:

- The National Water Council. Created in 1991, it gathers the four different Ministries involved in water development: the Ministry of Agriculture, the Ministry of Energy, the Ministry of Industry, and the Ministry of Construction and Water, which chairs the Water Council. Its main function is to elaborate a national water management policy, and to monitor its execution.

- The National Water Directorate (DNA) is one of the four Directorates of the Ministry of Construction and Water. Its objectives are to ensure the proper utilization of ground- and surface water resources.

- The recently created Administraçaoes regional de aguas (ARAs), which are basin authorities responsible for water development and management, have administrative and financial autonomy but report to DNA. The ARAs are also in charge of collecting hydrological information. The only ARA created by the end of 1994 is ARA-sul, in charge of the southern part of the country up to the Save river, where most problems of water management exist.

- The Secretariat of State of Agricultural Hydraulics (SEHA), under the Ministry of Agriculture. It is the coordinating authority for activities relating to irrigation and drainage. Inside SEHA, a programme was specifically created for small-scale irrigation (Programa nacional de irrigacao de pequena escala (PRONIPE)).

With the assistance of UNDP and UNDTCD, the water law was prepared and enacted in 1991. It is based on a river basin approach towards water management. According to the law, water is property of the State, as well as hydraulic structures of public interest.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Given its geographical situation and the importance of water management in the rivers of the south, Mozambique is interested in improving cooperation at international level for river basin management.

Copyrighted material

A National Irrigation Development Master Plan Study was concluded in 1993 and submitted for approval to the Government. It covers five of the most important river basins of southern and central Mozambique: Umbelezi, Incomati, Limpopo, Buzi and Pungoe. In total, rehabilitation and extension of existing schemes would cover an area of 105 000 ha for a bulk investment cost of $US 248 million. Including rehabilitation of existing dams, the total would reach $US 328 million. Supporting measures (training, rural credit, institutional strengthening) are estimated at about $US 13.5 million. The period for implementation of the Master Plan would be 12 years.

As the areas equipped for irrigation are under-utilized, the priority is to rehabilitate existing schemes, if possible, taking into account the new institutional and economic environment before developing new projects.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Direcção nacional de aguas. 1994. Actual situation of water management in Mozambique. Report No. 32/94. Ministerio de Construcção e Aguas.

Direcção nacional de aguas. 1995. Proposal for a National Water Policy. Preliminary version. Ministerio de Construcção e Aguas.

FAO. 1987. Capacitation y extension de los tecnicas de riego y drenaje. Technical report prepared project GCP/MOZ/031/SPA by J. Hernandez, A. Sanchez, & J. Cruz Roche.

FAO. 1985. Irrigation and drainage in Mozambique: An overview of the situation in 1985. Technical report prepared by L.F. Noort for UNDP/FAO project MOZ/81/015, Natural resources survey and land evaluation. Rome.

Ferro, B.P., & Bouman, D. 1987. *Hydrogeological map of Mozambique*. Ministry of Construction and Water/UNICEF.

Sogreah-Hidrogest. 1993. National Irrigation Development Master Plan. Final Report.

UNESCO/UNDP. 1984. Present situation of water resources management in Mozambique. UNDP/UNESCO project MOZ/81/001. National Water Directorate, Maputo.

World Bank. 1988. Mozambique agricultural sector survey. Report 7094 MOZ. Washington DC.

Copyrighted material

NAMIBIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Namibia, situated on the southwest Atlantic coast of Africa, has a total area of 824 290 km^2 and the cultivable land area is estimated to be 25 million ha, which is 30% of the total area. The cultivated area is only 205 150 ha, limited to areas with annual rainfall of more than 500 mm, which is 0.8% of cultivable area and 0.25% of the total area.

The total population was 1.5 million in 1994. According to the 1991 census, 27% was urban. The average population density is 1.8/km^2 ranging from 5 to 15/km^2 in the northern regions bordering Angola, to less than 0.3/km^2 in the south. Population growth averages 3% per year over the whole country.

Agriculture contributes approximately 10% of GDP, although it provides occupation for more than 80% of the population.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	82 490 000	ha
Cultivable land	1992	25 000 000	ha
Cultivated land	1992	205 150	ha
Total population	1994	1 500 000	inhab.
Population density	1994	2	inhab./km^2
Rural population	1991	73	%
Water supply coverage			
Urban population	1994	100	%
Rural population	1994	60	%

Climate and water resources

The mean annual rainfall of 284 mm ranges from less than 50 mm in the western region along the coastline to 700 mm/year in the northeastern Caprivi. The variability of rainfall has a deviation of as high as 80% of mean annual rainfall in the southwestern area, to 20% in the northeast. Rainfall occurs during the summer months, mainly between November and April and generally in the form of intense but scattered thunderstorms.

Internally produced surface water resources are estimated at 4.1 km^3/year. Of the total rainfall, 83% evaporates shortly after precipitation, 17% is available as surface runoff, of which 1% recharges groundwater sources and 14% is lost through evapotranspiration (2 600 mm to 3 700 mm per year). Hence, only 2% (i.e., 5 mm) remains to be harnessed in surface storage facilities. The internal rivers are ephemeral and are irregular and unreliable, which therefore limits the surface water resources to an estimated potential safe yield of 0.2 km^3/year. An agreement with Angola over the bordering Cunene River allocates 7 m^3/s to Namibia. In addition, the Caprivi Strip in the northeastern part of the country is crossed by several rivers coming from Angola (Kwando, Cubango) and bordered by the Zambezi River. At the southern border, the Orange River has an annual runoff of 11 km^3.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		284	mm/yr
		233.9	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		6.2	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	4 133	m^3/yr
Global renewable water resources		45.5	km^3/yr
Dependency ratio		86.4	%
Total dam capacity	1992	0.9	km^3
De-salinated water	1990	0.3	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1991	170	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1991	71	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1991	8	$10^6\ m^3/yr$
Total		249	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1991	171	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		4.0	%
Other withdrawal	1991	0.8	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

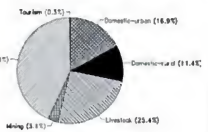
Irrigation potential		1992	45 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1992	6 142	ha
- surface irrigation		1992	2 950	ha
- sprinkler irrigation		1992	1 845	ha
- micro-irrigation		1992	1 347	ha
% of area irrigated from groundwater		1992	14.4	%
% of area irrigated from surface water		1992	85.6	%
% of equipped area actually irrigated		1992	100	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area		1992	2 000	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1992	**8 142**	**ha**
- as % of cultivated area		1992	4.0	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1992	44.8	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation		1992	550	
Irrigated Crops :				
Total irrigated grain production		1992	50 000	t
as % of total grain production		1992	43.9	%
Harvested crops under irrigation (full or partial control)		1991	6 142	ha
- maize		1991	2 200	ha
- lucerne & pasture		1991	1 400	ha
- wheat		1991	1 100	ha
- cotton		1991	560	ha
- other		1991	882	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as % of cultivated area			-	%
Flood-protected area		1992	0	ha
Area salinized by irrigation		1992	1 300	ha

Copyrighted material

Groundwater resources are estimated at 2.1 km^3/year, of which some 0.03 km^3/year is used for irrigation purposes.

The total water withdrawal was estimated to be 0.25 km^3/year in 1990, and was forecast to rise to 0.29 km^3/year in 1995 and to 0.4 km^3/year by 2005 (Figure 1). The agricultural water withdrawal of 0.17 km^3 in 1990 seems to be an overestimate.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.25 km^3 in 1990)



Saline groundwater has been experienced north of the Etosha pan in the Oshana and Oshikoto Regions. The de-salination for drinking purposes of this brackish water is at an experimental stage. There is much concern over the steady lowering of groundwater tables in the country, particularly in the Tsumeb area. Although there are many artesian supplies, the overall losses are not fully understood. Wastewater is re-used at Windhoek. 1.5 to 4.7 million m^3/year is treated and fed back into the water supply system.

International Rivers

The common border rivers are:

- the Cunene, with Angola, with Mean Annual Runoff (MAR) of 5 km^3 at Ruacana (existing agreed abstraction: 0.18 km^3);
- the Okavango, with Angola and Botswana, with MAR of 5.5 km^3 at Rundu, and 10 km^3 at Mukwe;
- the Kwando, with Angola, with MAR of 1.3 km^3 at Kongola;
- the Zambezi, with Zambia, with MAR of 40 km^3 at Katima Mulilo; and
- the Orange, with South Africa, with MAR of 11 km^3 at Noordoewr (existing agreed abstraction: 0.3 km^3).

No agreements have been reached on utilization of water from other common rivers. Namibia, Angola and Botswana have recently agreed to collaborate on utilization of Okavango water, paying particular attention to the major environmental issues of the Okavango Swamp. Namibia is proposing to abstract 0.06 km^3 from the Okavango through the development of the Eastern National Water Carrier System for domestic and livestock purposes.

IRRIGATION DEVELOPMENT

The total water managed area is 8 142 ha, which includes 2 000 ha of flood recession cropping in the flood plains of the Okavango and Zambezi rivers, mainly planted to maize and using runoff water (15.4 million m^3) from Angola (Figure 2).

Of the 6 142 ha equipped for irrigation with full or partial control in 1992, some 886 ha (14%) were irrigated from groundwater and 5 256 ha (86%) from surface water, either by pumping from the Okavango and Orange rivers or from storage reservoirs (Figure 3).

Copyrighted material

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1992)

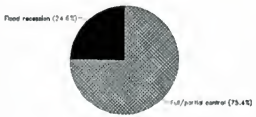


FIGURE 3
Origin of irrigation water, full or partial control (1992)

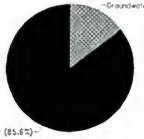


FIGURE 4
Irrigated crop areas, full or partial control (1990/91)

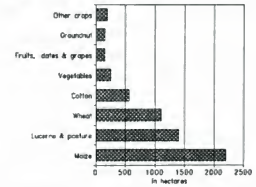
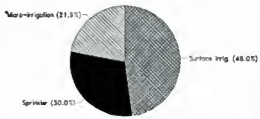


FIGURE 5
Irrigation techniques, full or partial control (1992)



The major irrigated crops are maize, lucerne and pasture, wheat and cotton (Figure 4). The irrigation area has increased by some 350 ha between 1991 and 1994. Full or partial control irrigation techniques comprise 2 950 ha under surface irrigation (basin and furrow); 1 845 ha under centre pivot and sprinkler; and 1 347 ha under drip and micro-sprinkler. Layflat hose is also used (Figure 5).

Some 3.6 million ha of land has soil classed as highly suitable for irrigation, but, taking into account water availability, the potential for irrigation development is only 45 000 ha, which is only 1.2% of the irrigable soils. The potential irrigation can be divided into 8 142 ha of already equipped area, 10 000 ha for a sugar cane project in Caprivi, and about 27 000 ha for irrigation development in the rest of the country.

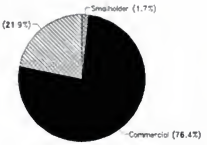
There are four basic categories of farming in the irrigation subsector (Figure 6):

- smallholders, generally on 1 ha plots, receive substantial government support, with free extension support, water and inputs, including land preparation;
- medium-scale commercial farmers have been settled on 30 ha blocks and are able to obtain safe loans from the government through the Land Bank;
- large-scale commercial farms are the major participants in the subsector and consist of private landowners who have undertaken irrigation on their own account, albeit often with support from government;

Copyrighted material

- parastatal or state farming is carried out by the National Development Corporation (NDC). These farms are commercially operated as State Farms, with management and paid labour. Several schemes under NDC have been settled by farmers on 3 to 4 ha plots. NDC manages and provides inputs to farmers as credits under soft loans. Any new government development is normally executed under NDC.

FIGURE 6
Irrigation management



At present, no water fees are imposed on smallholders or commercial owners who have their own water sources. Where irrigation water is drawn from Water Affairs supplies, such as Hardap, Nante and Owambo, an annual fee of $US 52/ha is charged for the first 15 000 m^3/ha, and thereafter each additional cubic metre of water per hectare is paid for at a rate ranging from $US 0.0057 to $US 0.042, depending on the total additional quantity used.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Responsibility for all irrigation planning and development rests with the Ministry of Agriculture, Water and Rural Development. The Department of Water Affairs within the Ministry has traditionally been responsible for all water resources development projects, including irrigation.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

At the end of 1993, the Government approved an overall Strategy and Policy for the Water and Sanitation Sector. This has now been adopted as policy guidelines for Government. Priority ranking was given to the allocation of water for competing demands:

- *First priority:* Water for domestic purposes, including livestock watering, for both subsistence and commercial farming.
- *Second priority:* Water for economic activities, such as mining industries and irrigation. Priorities for these economic activities will in each individual case have to be determined by their respective value in relation to the overall development objectives and plans for the country.

In all cases where irrigation water is supplied by the State, it is to be charged for at an economic rate, which may be reduced through a special subsidy determined by the value of the produce relative to its socio-economic benefits. On account of the opportunity cost of scarce water resources, there is a trend to focus on the irrigation of high value cash crops rather than fodder crops. However, any change will take time, based on constraints of accessible markets and labour requirements.

Copyrighted material

Agricultural policy guidelines relating to irrigation have been drafted and were expected to be finalized and approved by the Government at the end of 1994. The policy objectives of the Irrigation Strategy were:

- To improve regional irrigation performance through improved economic efficiency.
- To ensure that future irrigation development should be socially and economically viable.
- To minimize direct government intervention and investment in present and future irrigation development, thereby reducing governments' financial burden within the sector. This should not however preclude government from providing major, general infrastructural investment.
- To create an enabling atmosphere, whereby the non-government sector is encouraged to invest in irrigation development and manage their own operations.
- To establish the principle that the water user, rather than government, pays for irrigation operation and maintenance.
- To encourage and support development of the informal irrigation sector, bearing in mind the need to limit direct government financial intervention.
- For government to provide sound national planning, monitoring and evaluation in irrigation development.
- To provide sound extension to irrigators, especially smallholders.
- To encourage the participation of women at all levels of the Irrigation Sector.
- To ensure that future irrigation development is environmentally sustainable.
- To ensure adequate health standards on irrigation schemes.
- To ensure close regional cooperation in future irrigation development.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistic Office. 1991. *Population by Regions.*

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs. 1991. Perspective on Water Affairs.

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs. 1993a. A Digest of the Water Supply and Sanitation Sector Policy of the Government of Namibia.

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs. 1993b. Central Area Water Master Plan. Phase I. GTZ.

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development. 1994. Identification and Prioritization of Irrigation Development Opportunities on the Orange River.

Namibia Early Warning and Food Information System NAM/93/017. 1994. Crop and Food Security Bulletin. Various issues of 1994.

National Planning Commission. 1993. Transitional National Development Plan 1991/92-1993/94. Windhoek.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. Regional Irrigation Development Strategy, Country Report: Namibia.

Copyrighted material

NIGER

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Niger a une superficie totale de 1 267 000 km^2. La superficie cultivable s'élève à environ 15 millions d'hectares, soit environ 12% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à 3,8 millions d'hectares, soit 3% de la superficie totale et 25% de la superficie cultivable.

La population était estimée à 8,8 millions d'habitants en 1994, dont 19% d'urbains. La densité de la population est de 7 hab./km^2, mais elle varie entre 0,3 hab./km^2 dans le nord et 36 hab./km^2 dans le sud. Les trois quarts de la population se trouvent sur 9% de la superficie dans la partie sud où la précipitation est de l'ordre de 400 à 800 mm/an. Le taux de croissance démographique est estimé à 3,2% par an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	126 700 000	ha
Superficie cultivable	1990	15 000 000	ha
Superficie cultivée	1990	3 800 000	ha
Population totale	1994	8 846 000	hab.
Densité de population	1994	7	hab./km^2
Population rurale	1990	81	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	18	%
Population rurale	1990	59	%

Le secteur agricole représentait en 1988 environ 37% du PNB et employait 85% de la population active. La contribution de l'agriculture aux recettes d'exportation est passée de 95% dans les années 60 à environ 15% au début des années 80. Elle était d'environ 25% en 1988. Depuis les années 70, l'exportation d'uranium remplace l'exportation agricole.

Climat et ressources en eau

La pluie moyenne est de 180 mm par an, mais elle varie de 0 mm/an au nord à 800 mm/an au sud-ouest. La pluie moyenne dans la zone soudano-sahélienne se situe aux environs de 300 mm/an. La saison des pluies dure de juin à septembre, les autres mois étant généralement totalement secs.

Les ressources en eau étaient globalement estimées en 1993 à 32,5 km^3/an, dont 29 km^3/an provenant du fleuve Niger, le seul cours d'eau permanent qui traverse le pays dans la partie sud-ouest sur une longueur de 550 km. Il existe des fluctuations des volumes écoulés dues aux aléas climatiques ("cycles" de sécheresse). Ainsi, le volume moyen du fleuve Niger ayant transité à Niamey de 1929 à 1991 était de 28 km^3/an. Il était de 32 km^3/an pour la

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		180	mm/an
		227,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		3,5	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	396	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		32,5	km^3/an
Indice de dépendance		89,2	%
Capacité totale des barrages	1990	0,1	km^3
Eau désalinisée	1990	0	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1988	410	10^6 m^3/an
- Collectivités	1988	80	10^6 m^3/an
- Industrie	1988	10	10^6 m^3/an
Total		500	10^6 m^3/an
par habitant	1988	69	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		14,3	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1990	270 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1989	66 480	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1989	12 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1989**	**78 480**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1989	2,1	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	>ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	<ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
- riz		1990	29 000	ha
- coton		1990	2 500	ha
- blé		1990	1 000	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,5 km³ en 1988)

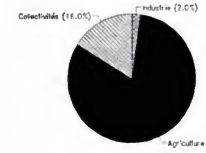


FIGURE 2
Répartition des superficies sous irrigation en maîtrise totale et partielle

période de 1929 à 1968 et de 23 km³/an pour celle de 1969 à 1991. Le volume des ressources en eau souterraine renouvelables est estimé entre 2,5 et 4,4 km³/an. Les réserves en eau souterraine non renouvelables sont estimées à quelque 2 000 km³.

Les prélèvements en eau pour l'agriculture, les collectivités et l'industrie étaient estimés à 0,5 km³ en 1988 (figure 1), dont 0,4 km³ pour l'agriculture, ce qui semble sous-estimé.

FIGURE 3
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

L'activité agricole se concentre dans la partie sud du pays sur une bande d'environ 200 km de large qui longe la plus grande partie de la frontière avec le Nigéria. Les céréales occupent près de 80% des superficies cultivées.

Le potentiel d'irrigation est estimé à 270 000 ha, dont 140 000 ha dans la vallée du fleuve Niger. Les superficies totales avec contrôle de l'eau atteignent environ 78 000 ha, soit 2,1% des superficies cultivées.

Les aménagements en maîtrise totale ne s'élèvent qu'à 12 000 ha et sont exploités par des coopératives encadrées par l'Office national d'aménagements hydro-agricoles (ONAHA). Leurs principales productions sont le riz, le coton et le blé.

Les superficies sous irrigation traditionnelle (maîtrise partielle) sont estimées à quelque 55 000 ha (figure 2).

Les superficies avec submersion non contrôlée sont estimées à 12 000 ha environ (figure 3).

Copyrighted material

Les principales cultures en maîtrise partielle sont le tabac, le niébé, l'arachide, le manioc, la patate douce, le dolique et les cultures fruitières. La canne à sucre est cultivée principalement dans les bas-fonds les plus humides. Le tabac est aussi cultivé dans les zones de décrue, tout comme de nombreux légumes.

Les cultures maraîchères sont très développées autour des centres urbains. L'irrigation de contre-saison est donc très répandue. Par contre, l'irrigation d'appoint en saison des pluies l'est beaucoup moins.

En ce qui concerne la maîtrise totale, on peut distinguer trois types d'irrigation suivant l'origine de l'eau:

- Irrigation par pompage dans la rivière: 6 000 ha
- Irrigation à partir des barrages: 3 800 ha
- Irrigation par pompage de l'eau souterraine: 500 ha

Cette classification couvre les principaux aménagements. Aucune information sur l'origine de l'eau de la superficie restante, à savoir 1 480 ha correspondant à des micro-périmètres et à des petits périmètres irrigués, n'est actuellement disponible.

Les cultures de contre-saison sont presque toutes irriguées à partir de puits traditionnels ou de puisards, ou bien de forages servant également à l'hydraulique villageoise.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les institutions publiques intervenant dans le développement de l'hydraulique agricole sont:

- le Ministère de l'agriculture et de l'élevage (MAE) avec:
  - l'Office national d'aménagements hydro-agricoles (ONAHA), établissement public doté de la personnalité civile et d'une autonomie financière. En tant que service public, il appuie les coopératives dans le domaine des techniques de production, d'irrigation et de gestion de l'eau, ainsi que dans leur gestion et leur organisation. En tant qu'entreprise, l'Office est chargé de la réalisation des nouveaux aménagements et de la réhabilitation des périmètres existants. Enfin, il joue le rôle d'agence d'exécution des différents projets en assurant l'exécution et le suivi. L'Office est en restructuration, avec pour objectif le recentrage de ses activités sur la mise en valeur des périmètres;
  - l'Institut national de la recherche agronomique du Niger (INRAN): il est chargé de conduire les programmes de recherche appliquée, programmes essentiellement financés par des aides extérieures;
- le Ministère de l'hydraulique et de l'environnement (MHE) avec:
  - la Direction des ressources en eau: elle est responsable de l'inventaire, de la planification et du contrôle de l'utilisation des ressources hydrauliques;

Copyrighted material

- la Direction de l'environnement: elle est chargée de la protection et de la restauration des ressources naturelles;

- la Direction du génie rural: elle est chargée de la planification de l'irrigation, de la conception des études techniques et de la surveillance des chantiers.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La plupart des paysans considèrent encore l'irrigation comme un moyen de diversifier leurs activités agricoles plutôt que comme une possibilité d'augmenter de façon significative la production. Si la pluviométrie est bonne, les paysans ont tendance à délaisser les parcelles irriguées au profit des seules parcelles pluviales. Une autre contrainte à l'expansion de l'irrigation est la participation limitée des paysans dans la planification des périmètres ainsi que la disponibilité et le coût de l'assistance technique, principalement dans les zones enclavées.

Dans ces circonstances, les coûts élevés d'investissement (plus de 10 000 $EU/ha pouvant monter jusqu'à 25 000 $EU/ha avant la dévaluation du FCFA) rendent l'irrigation en maîtrise totale une alternative onéreuse comparativement à l'agriculture pluviale pour les cultures vivrières, pour lesquelles une marge d'accroissement de la productivité est encore possible. Les techniques de conservation des eaux et des sols pour une meilleure utilisation de l'eau en agriculture pluviale sont une alternative intéressante à l'irrigation en maîtrise totale.

Mais le secteur irrigué n'est pas sans perspective encourageante. La majorité des sites de cultures de contre-saison ont été créés à partir d'initiatives de base sans intervention financière massive de l'Etat, même si les débouchés posent encore de sérieux problèmes. Il existe également, dans les régions à terres irrigables, des zones où la mobilisation des ressources en eaux souterraines est relativement peu onéreuse et où l'on peut envisager des aménagements en petite irrigation au coût de 3 000 $EU/ha.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

AID. 1987. Water Management Synthesis II Project: Niger irrigation scheme case studies. WMS Report 87. Washington, DC.

FAO. 1991. Projet de promotion de la petite irrigation privée. Mission de préparation. Centre d'investissement/Banque mondiale, programme de coopération rapport N° 42/91 CP-NER 23.

FAO. 1993. Schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau. Rapport du projet NER/92/007.

SOGREAH/BRGM. 1981. Etude du plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger.

Copyrighted material

NIGERIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Nigeria is located in the tropical zone of West Africa, with an area of 923 770 km^2. The total cultivable area is estimated at 61 million ha, which is 66% of the total area. The net cultivated area is about 22.6 million ha, which is 37% of the cultivable area and 24% of the total area. Wetland and bare-land represent 2.6% and 8.5% of the country's area, respectively.

Total population is about 108 million (1994), of which 57% is urban. The average population density is 117 inhabitants/km^2. The annual demographic growth rate is currently estimated at 3.1%.

Agriculture employs about 66% of the labour force. In 1989 it contributed about 29% of GNP.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	92 377 000	ha
Cultivable land	1989	61 000 000	ha
Cultivated land	1989	22 600 000	ha
Total population	1994	108 467 000	inhab.
Population density	1994	117	inhab./km^2
Rural population	1990	65	%
Water supply coverage			
Urban population	1993	50	%
Rural population	1993	9	%

Climate and water resources

The climate is semi-arid in the north, and humid in the south. Except for the coastal zone, where it rains all year round, rainfall is seasonal with distinct wet and dry seasons. Rainfall is concentrated in the period June-September, with the south receiving 50-60% of its rainfall and the north receiving 90%. Rainfall varies from under 500 mm/year in the northeast to over 3 000 mm/year on the coast.

Surface water flowing from Nigeria to the sea is estimated around 263 km^3/year. There are four main river systems: the Niger-Benue, the Chad basin area, the Southwestern littoral and the Southeastern littoral, with trans-border flows from Cameroon. Nigeria receives an estimated 30 km^3 from Niger (although in the 1980s the average flow of the Niger at the border was about 18 km^3), and 29 km^3 from Cameroon in the Benue and tributaries. Groundwater resources are estimated at around 87 km^3/year, of which a great part (about 80 km^3) constitutes the base flow of major rivers.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		1 177	mm/yr
		1 087.3	km^3/yr
Internal renewable water resources– total		221.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 037	m^3/yr
Global renewable water resources		280.0	km^3/yr
Dependency ratio		21.1	%
Total dam capacity	1993	30.3	km^3
De-salinated water	1990	3	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	1 960	10^6 m^3/yr
- Domestic	1987	1 125	10^6 m^3/yr
- Industrial	1987	545	10^6 m^3/yr
Total		3 630	10^6 m^3/yr
per caput	1987	37	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		1.6	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

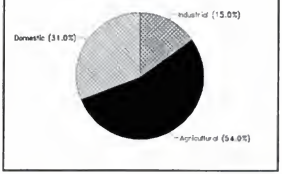
Irrigation potential		1993	3 137 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1991	219 621	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated		1991	74	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		1991	13 200	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area		1991	723 714	ha
Total water menaged area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1991**	**956 535**	**ha**
- as % of cultivated area		1991	4.2	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1991	13.4	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1989	1 852 200	t
as a % of total grain production		1989	14.2	%
Harvested crops under irrigation		1989	950 000	ha
- rice		1989	714 000	ha
- vegetables		1989	137 000	ha
- wheat		1989	50 000	ha
- potatoes		1989	26 000	ha
- other		1989	23 000	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

Total active reservoir capacity is 30.3 km^3 (1993). The bulk of dam construction took place in the late 1970s and in the 1980s. A total of 60 large dams and 100 small dams have been built so far. Water allocation from reservoirs is shared as follows: 10.9 km^3 (36%) for irrigation, 0.8 km^3 (3%) for water supply, and 18.6 km^3 (61%) for hydropower.

Agricultural, domestic and industrial water withdrawal was estimated at 3.6 km^3 in 1987 (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 3.63 km^3 in 1987)



Environmental Issues

Under natural hydrological conditions, the rivers deposit rich sediments in the *fadama* (flood plains) during flood. These areas mitigate the downstream effect of flooding and help the recharge of the shallow aquifers; in addition their natural vegetation supports large and diverse wildlife populations. Their use is subject to conflicting interests between local people, who use them for agriculture, fishing, grazing or hunting; national-level planners, who wish to intensify production through development of irrigation and river control; and conservationists, who are concerned about the environmental role of wetlands.

IRRIGATION DEVELOPMENT

Irrigated crops represent about 8% of the value of the country's total agricultural crop output, and 4% of the cultivated area.

The conjunctive use of surface water and shallow fadama aquifers makes assessment of irrigation potential particularly difficult. According to the National Water Resources Master Plan Study, total irrigation potential would be about 3.14 million ha: 1.10 million ha for public irrigation projects, and 2.04 million ha for formal fadama irrigation projects. Other sources estimate total irrigation potential to be about 2 to 2.5 million ha.

Estimates of irrigated land area and of irrigated crops also vary greatly from one source to the other. The total water managed area is estimated to be about 950 000 ha, but it is not clear if this includes double cropping.

Irrigation systems can be divided into three main categories, as shown in Table 4.

Public irrigation projects are schemes under government control (formal irrigation). It is estimated that only 52% of the public irrigation scheme area is actually irrigated (Figure 2). Farmer-owned and -operated irrigation projects (informal irrigation) receive assistance from government (subsidies and training). About 76% of the total water managed areas are residual fadamas, where no government aid is supplied (Figure 3). The part of the equipped area actually irrigated by pumping (from rivers or groundwater) is 121 181 ha or 13% of the total water managed area (Figure 4). Sprinkler irrigation is practised on 3 570 ha (Figure 5).

Copyrighted material

TABLE 4
Irrigation systems

Category	Distribution		1991	1993
Formal irrigation (Public irrigation projects)	Full or partial control	equipped actually irrigated	118 621 62 086	119 350 69 000
Informal irrigation (Farmer-owned and -operated irrigation projects	Full or partial control	lift or shallow tubewell	101 000	161 700
	Equipped wetland	flood control (improved fadama)	13 200	18 500
Residual fadama	Flood plains		723 714	≈ 724 000

Source: FAO/Investment Centre (1992), and Japanese International Cooperation Agency (1993)

FIGURE 2
Public schemes: area equipped, divided into area actually irrigated and area not irrigated (1993)

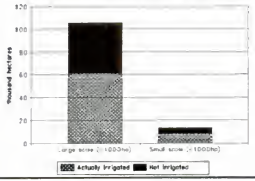


FIGURE 3
Distribution of water managed areas (1991)

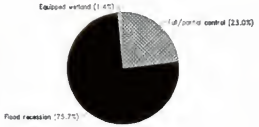


FIGURE 4
Origin of irrigation water, part of full or partial control equipped area actually irrigated (1991)

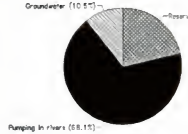


FIGURE 5
Irrigation techniques, part of full or partial control equipped area actually irrigated (1991)

The most important irrigated crop is rice, which occupies about 75% of the total water managed area (Figure 6).

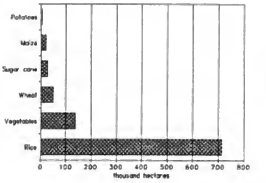
Average cost for irrigation development is estimated at $US 15 000/ha (1993). Annual operation and maintenance costs varied in 1990 between $US 50/ha for gravity systems and $US 290/ha for pumping systems, and up to $US 800/ha for sprinkler irrigation systems.

Copyrighted material

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Nigeria is a member of two regional authorities dealing with water resources management: the Niger Basin Authority and the Lake Chad Basin Commission.

FIGURE 6
Irrigated crops (1989)



The highest national water resources policy formulating body is the National Council for Water Resources, chaired by the Federal Ministry of Water Resources. It is organized in eight Departments of Irrigation and Drainage, and promotes the development of irrigated agriculture through River Basin Development Authorities. The Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources is involved in irrigation development through the Agricultural Development Projects (ADPs). ADPs promote farmer-owned and -managed irrigation and provide extension services to farmers on public irrigation schemes, and are assisted by the Federal Agricultural Coordinating Unit. In some states, Ministries of Water Resources have been created and federal competences of the Ministry of Agriculture and Natural Resources in irrigation have been transferred to them.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Nigeria is a country where population already exceeds the carrying capacity of its land resources when cultivated at low levels of technology. To increase productivity, the use of fertilizers and improved irrigation are viewed as key factors. Irrigation can increase land productivity by three to seven times, especially in the north.

A number of problems exist in the irrigation subsector. Large public projects are hampered by the very high cost of irrigation development, and by the inadequacy of planning and design of the command areas (lack of available water downstream, no provision for irrigation services) or of the irrigation canal system itself. This and a slow achievement to target yield, lead to poor financial returns to the small-scale farmers in large-scale irrigation projects. In small public projects, lack of training and extension is considered a major constraint to achieving the target incomes, together with unreliable supply of agricultural inputs.

Traditional, informal irrigation, suffers from the changing hydraulic regime of the flood plains (fadamas) due to the construction of dams and other structures upstream. Reservoir construction also generates social problems, principally due to their implicit displacement of populations.

Improvements in the irrigation subsector requires clearer and more appropriate policies and programmes; major involvement of adequately trained farmers; availability of fertilizer and seed of adequate quality; and an increasingly farmer-owned and -operated irrigation system.

Copyrighted material

The flood plain of the Niger River is considered the greatest untapped potential for future irrigation development in Nigeria.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1992. Irrigation Subsector review. Investment Centre Report No. 89/91 CJP-NIR 45 SR.

JICA [Japan International Cooperation Agency]. 1993. The study on the national water resources master plan. Federal Ministry of Agriculture, Water Resources and Rural Development.

Copyrighted material

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La République centrafricaine, pays enclavé au coeur de l'Afrique, a une superficie totale de 622 980 km^2. En 1994, la population était estimée à environ 3,2 millions d'habitants, soit une densité moyenne de 5 hab./km^2. La population est à 53% rurale et le taux de croissance démographique est de 2,4% par an. Le secteur agricole représente 42% du PIB et occupe près de 80% de la population.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	62 298 000	ha
Superficie cultivable		-	ha
Superficie cultivée		-	ha
Population totale	1994	3 235 000	hab.
Densité de population	1994	5	hab./km^2
Population rurale	1990	53	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	19	%
Population rurale	1990	26	%

Climat et ressources en eau

Le climat est de type équatorial au sud, soudano-guinéen au centre et soudano-sahélien au nord. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 380 mm, mais elle varie entre 750 mm au nord et 1 680 mm/an au sud.

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 141 km^3/an. Quatre bassins de taille et d'importance différente sont présents en République centrafricaine, tandis que la frontière orientale du pays suit la ligne de partage des eaux avec le bassin du Nil:

- le bassin de l'Oubangui au sud du pays avec ses principaux affluents, l'Uele, le Mbomou et la Kotto, qui drainent 55% du territoire vers le fleuve Zaïre;
- le bassin de la Sangha au sud-ouest du pays, qui draine 11% du territoire vers le fleuve Zaïre;
- le bassin du lac Tchad, au nord du pays, avec ses principaux affluents, l'Aouk, le Bamingui et l'Ouham (Chari), et la Pendé (Logone oriental). Ce bassin draine 33% du territoire;
- le bassin de la Lom-Sanaga, fleuve camerounais, qui draine moins de 1% du territoire à l'ouest.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 380	mm/an
		859,7	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		141,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	43 586	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		141,0	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	51,8	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	14,7	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	3,5	10^6 m^3/an
Total		70,0	10^6 m^3/an
par habitant	1987	26	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,05	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

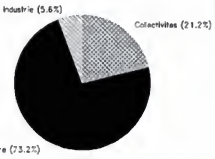
TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1985	1 900 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1987	135	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1987	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1987	100	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1987	51	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1987	500	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1987**	**635**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée			-	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages				
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
- riz			-	ha
- maraîchage			-	ha
-				ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

Les prélèvements totaux en eau étaient estimés en 1987 à 71 millions de mètres cubes (figure 1), dont 52 millions pour l'agriculture. Toutefois, ce chiffre de prélèvements agricoles paraît largement surestimé.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,07 km³ en 1987)

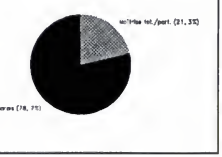


DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel pour l'irrigation est estimé à 1 900 000 ha, vu l'importance des plaines alluviales hydromorphes dans le pays.

Les superficies avec contrôle de l'eau étaient évaluées à 635 ha en 1987 (figure 2).

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1987)



La superficie équipée en maîtrise totale et partielle était à cette époque évaluée à 135 ha, dont 67% dans les environs immédiats de Bangui à partir de l'eau de l'Oubangui. De cette superficie, seuls 68,5 ha étaient réellement cultivés en 1986. En effet, 31,5 ha du périmètre de Sakai sur un total de 48 ha, 15 ha du périmètre de Bozoum sur un total de 20 ha, et 20 ha soit la totalité du périmètre de M'Poko ont été équipés mais ne sont plus irrigués. Seuls les périmètres de Bouar et de Boyali sont toujours irrigués sur la totalité de la superficie équipée.

La superficie des bas-fonds et des marais cultivés était évaluée en 1987 à 500 ha.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

- Le Ministère des ressources énergétiques et minérales, avec la Direction générale de l'hydraulique est responsable entre autres de l'hydraulique rurale.
- Le Ministère des eaux et des forêts, chasses, pêches, du tourisme et de l'environnement a compétence pour la mise en valeur des ressources en eau.
- Le Comité national de l'eau et de l'assainissement (CNEA) a la responsabilité de mettre en place les projets d'alimentation en eau des populations.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

L'irrigation ne constitue pas une priorité en République centrafricaine, même si les sécheresses des années 1983-84 ont fait prendre conscience de la nécessité d'utiliser l'irrigation pour assurer un certain niveau de production agricole.

Copyrighted material

Dans le domaine de l'eau, c'est l'approvisionnement des populations en eau potable saine qui retient l'attention: pour cela l'utilisation des eaux souterraines profondes plutôt que celle des eaux de surface ou des eaux souterraines alluviales devrait être privilégiée.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Boulvert, Y. 1987. Carte oro-hydrographique de la République Centrafricaine. ORSTOM.

FAO. 1991. Programme de développement de la zone de savanes à vocation vivrière et pastorale. Centre d'investissement. Rapport 67/91 IF-CAF 9. Rome.

Ministère du développement rural. 1986. Rapport de mission à la consultation sur l'irrigation en Afrique.

PNUD. 1990. Les eaux souterraines de la RCA et leur exploitation. Rapport préparé par V. Plesinger pour le projet PNUD/DCTD/CAF/86/004.

Copyrighted material

RWANDA

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Rwanda, petit pays enclavé dans l'est de l'Afrique centrale, a une superficie totale de 26 340 km². La superficie cultivable est estimée à 1 385 000 ha, soit 52% de la superficie totale du pays. La superficie cultivée était estimée à environ 825 000 ha en 1984, soit 60% de la superficie cultivable et 31% de la superficie totale. Environ 275 000 ha ou 20% des terres cultivables sont actuellement destinés au reboisement villageois et aux pâturages.

Le relief du pays est très accidenté, avec des altitudes comprises entre 800 et 4 000 m, offrant un paysage continu de collines et de vallées, ces dernières étant couramment appelées *marais*. Seule une petite zone dans le sud-ouest du pays se trouve à une altitude inférieure à 1 000 m.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	2 634 000	ha
Superficie cultivable	1994	1 385 000	ha
Superficie cultivée	1984	825 000	ha
Population totale	1993	7 554 000	hab.
Densité de population	1993	287	hab./km²
Population rurale	1993	92	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1991	75	%
Population rurale	1991	75	%

Avec une population d'environ 7,5 millions d'habitants en 1993 et une densité de 287 hab./km², le Rwanda est le pays le plus densément peuplé d'Afrique. Le taux d'accroissement de la population, près de 4%, est également parmi les plus élevés du monde. La population rwandaise est à plus de 92% rurale.

L'agriculture représente 43% du PIB et emploie 91% de la population active.

Climat et ressources en eau

A cause de son altitude généralement élevée, le Rwanda a un climat beaucoup plus tempéré que celui que sa situation géographique (seulement quelques degrés au sud de l'équateur) pourrait laisser supposer. La température moyenne annuelle est de 19°C, mais peut varier de 15° à 29°C, la moyenne journalière des températures décroissant de 1°C pour chaque élévation de 200 m. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 111 mm, mais varie entre 700 mm dans le nord-est et 1 600 mm/an dans le sud-ouest.

Le réseau hydrographique est constitué par un canevas dense de rivières caractérisées par l'importance des marais et des bas-fonds qu'elles traversent. Les pluies, abondantes, ont une forte intensité et provoquent des crues ayant un temps de concentration relativement élevé.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 111	mm/an
		29,3	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		6,3	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1993	833	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		6,3	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1993	720	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	36	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	12	10^6 m^3/an
Total		768	10^6 m^3/an
par habitant	1993	102	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		10,2	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation	1993	160 000	ha
Irrigation:			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1987	2 000	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues		-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés	1987	2 000	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés	1987	156 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	**1987**	**160 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée	1987	19,4	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		-	%
- Partie irriguée par pompage		-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle: Critère			
Grands périmètres > - ha		-	ha
Périmètres moyens		-	ha
Petits périmètres < - ha		-	ha
Nombre total de ménages		-	
Cultures irriguées:			
Production totale de céréales irriguées		-	t
en % de la production totale de céréales		-	%
Cultures irriguées		-	ha
- patate douce		-	ha
- sorgho		-	ha
- riz		-	ha
- maraîchage		-	ha
Drainage - Environnement:			
Superficie drainée		-	ha
en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha

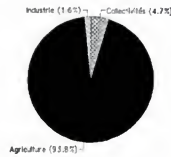
Copyrighted material

Les débits spécifiques varient entre 5 et 20 l/s par kilomètre carré, ce qui correspond à un coefficient d'écoulement généralement compris entre 10 et 35%. Les ressources en eau sont estimées à 6,3 km^3/an.

Les eaux souterraines ont été très peu étudiées et exploitées à cause de l'abondance des eaux de surface et des sources.

Les prélèvements en eau étaient estimés à 0,77 km^3 en 1987 (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,768 km^3 en 1993)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Il existe deux saisons sèches et deux saisons des pluies, qui permettent deux récoltes par an sur les collines:

- la petite saison des pluies, de mi-septembre à mi-décembre, appelée *la première saison culturale*;
- la petite saison sèche, de mi-décembre jusqu'à mi-février;
- la grande saison des pluies, de mi-février au début juin, appelée *la deuxième saison culturale*;
- la grande saison sèche, du début juin jusqu'à mi-septembre, que les agriculteurs riverains des marais appellent de plus en plus *la troisième saison culturale*, car une culture dans les marais pendant cette saison est possible.

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1987)

Les paysans cultivent surtout sur les collines et toute l'agriculture y est pluviale. Les cultures principales sont la banane (surtout pour la production de vin de banane), le haricot, le sorgho et la patate douce.

La forte densité de la population et le taux d'accroissement élevé se traduisent par une atomisation des exploitations agricoles et une perte croissante de la fertilité des sols surexploités. Une des conséquences est que les paysans descendent de plus en plus vers les marais et les bas-fonds pour les mettre en culture. On y cultive principalement le sorgho et la patate douce.

Le projet PNUD/FAO, *Inventaire des marais*, a inventorié environ 160 000 ha de marais et de bas-fonds, ce qui correspond au potentiel global de développement de l'irrigation dans le pays.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est de 160 000 ha, ce qui correspond à un taux d'utilisation du potentiel de 100%. La forte pression démographique au Rwanda a en effet entraîné une mise en culture de tous les bas-fonds et marais. Cependant, plusieurs types de contrôle de l'eau sont réalisés au Rwanda (figure 2).

Copyrighted material

- la superficie équipée pour une maîtrise totale/partielle était évaluée à 2 000 ha en 1987. Ces 2 000 ha correspondent à six périmètres équipés pour une double culture annuelle de riz.
- la superficie de marais et de bas-fonds équipés s'élevait à 2 000 ha en 1987. Le projet *Inventaire des marais* a identifié 90 000 ha sur lesquels une intervention et/ou aménagement visant à augmenter la productivité agricole est envisageable. La mise en valeur des marais et des bas-fonds comprend l'amélioration du drainage, mais peut également inclure une irrigation en saison sèche. Un aménagement performant pourrait même permettre trois cultures par an.
- les autres bas-fonds et marais cultivés ont une superficie totale de 156 000 ha. Ils sont cultivés en patate douce, sorgho et légumes. Le riz n'est pas cultivé dans les bas-fonds dont l'altitude est trop élevée car la température n'est pas suffisante pour un bon développement du riz.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le rôle le plus important dans le développement des marais a été confié à la Direction du génie rural et de la conservation des sols du Ministère de l'agriculture et de l'élevage (MINAGRI).

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Le développement agricole des marais et des bas-fonds est considéré comme l'une des rares solutions capables d'augmenter sensiblement la superficie cultivée chaque année, et donc la production agricole, afin de faire face aux besoins d'une très nombreuse population dont la croissance démographique voisinait 4% avant les événements tragiques de 1994.

De nombreux projets d'aménagement, financés par des aides bi- et multi-latérales, des institutions religieuses, des organisations non gouvernementales, et même des privés, avaient été mis en oeuvre en ordre dispersé, parfois sans connaissance préalable suffisante du milieu écologiquement fragile des marais. Pour mieux coordonner les différentes interventions, une proposition de projet intitulé *Elaboration du Schéma directeur national d'aménagement, de mise en valeur et de gestion des marais* avait été préparée. Un projet de législation concernant les droits de propriété des terres de marais existait, mais était en cours d'approbation par le Gouvernement. En cas d'ajournement prolongé d'une législation, l'exécution d'aménagements des marais qui implique une redistribution des terres déjà occupées serait remise en question.

L'érosion et la dégradation des terres des collines deviennent également un problème de plus en plus important à cause de l'intensification de l'agriculture. Les marais faisant partie d'un bassin versant, une approche à l'échelle du bassin versant pour l'aménagement et la mise en valeur des terres des marais et des collines est indispensable.

Plusieurs projets d'aménagement des bassins versants et de la conservation des sols existaient ou étaient en cours de préparation avant les événements de 1994.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Equipe interdisciplinaire intégrée de terrain/AID-WMSII. 1987. Rapport sur la stratégie nationale pour le développement et la gestion des petits marais.

FAO. 1993. Appui au projet Inventaire des marais du Rwanda: Compte rendu final du projet TCP/RWA/2254.

FAO. 1993. Inventaire des marais du Rwanda: Conclusions et recommandations. Compte rendu final du projet PNUD/FAO/RWA/89/006.

Copyrighted material

SAO TOME-ET-PRINCIPE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Situées à environ 300 km des côtes d'Afrique dans le golfe de Guinée sous l'équateur, les deux îles de Sao Tomé et Principe, séparées l'une de l'autre par environ 150 km, ont une superficie totale de 960 km^2. La superficie cultivable est évaluée à 43 000 ha, soit 45% de la superficie totale. La superficie cultivée est évaluée à 3 420 ha (dont 2 000 ha de taro), soit 8% de la superficie cultivable et 3,5% de la superficie totale. Près de 37 300 ha sont plantés en cultures pérennes (en particulier cacaoyer et cocotier). Toutefois, de nombreuses plantations ont été abandonnées.

La population totale en 1994 était estimée à 130 000 habitants, dont 58% de ruraux. La densité est de 130 hab./km^2. Le taux d'accroissement de la population est estimé à 2,2%/an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	96 000	ha
Superficie cultivable	1991	43 000	ha
Superficie cultivée	1991	3 420	ha
Population totale	1994	130 000	hab.
Densité de population	1994	135	hab./km²
Population rurale	1990	58	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1993	20	%
Population rurale	1993	20	%

La principale activité économique est l'agriculture, la production de cacao représentant la majeure partie de la production agricole et des exportations. En 1990, la production du secteur rural (agriculture, élevage, forêt et pêche) représentait 30% du PIB, 95% des exportations et 50% des emplois.

Climat et ressources en eau

Le climat est de type équatorial/océanique, dominé par les vents de mousson du sud, le courant chaud du golfe de Guinée et l'influence du relief insulaire (le point culminant est à 2 024 m). La pluviométrie moyenne est de 3 200 mm/an, mais elle varie de 900 à 7 000 mm/an en fonction de l'altitude. Deux saisons des pluies s'étalent de mars à mi-juin et d'octobre à décembre. Les températures varient entre 19° et 32°C et l'humidité relative est généralement supérieure à 80%.

Les ressources en eau renouvelables internes sont évaluées à 2,18 km^3, dont 2 km^3 pour l'île de Sao Tomé et 0,18 km^3 pour l'île de Principe. En 1980, 19 petits barrages d'un volume total de 19 millions de mètres cubes et 1 barrage moyen d'un volume de 20 millions

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		3 200	mm/an
		3,1	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		2,18	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	16 770	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		2,18	km^3/an
Indice de dépendance		0	%
Capacité totale des barrages	1980	0,04	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture		-	10^6 m^3/an
- Collectivités		-	10^6 m^3/an
- Industrie		-	10^6 m^3/an
Total		-	10^6 m^3/an
par habitant		-	m^3/an
. en % des ressources renouvelables internes		-	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

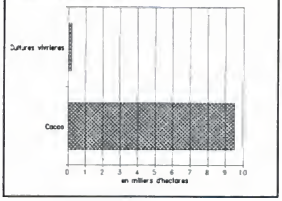
TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation			-	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1991	9 700	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1981	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1981	100	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1991	9 700	ha
- En pourcentage de la superficie cultivée		1991	284	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées		1991	9 700	ha
- cacaoyers		1991	9 500	ha
- cultures vivrières		1991	200	ha
-				
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

de mètres cubes étaient recensés. Les besoins en eau en 1993 étaient évalués à 7 millions de mètres cubes par an.

FIGURE 1
Cultures irriguées (1991)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

La seule région où les cultures peuvent souffrir d'un déficit hydrique est la zone nord de l'île de Sao Tome où la durée minimale de la saison sèche est de trois mois.

La superficie avec contrôle de l'eau est estimée à 9 700 ha, tous équipés pour une maîtrise totale et partielle; 9 500 ha de cacaoyers et 200 ha de cultures vivrières sont censés bénéficier de l'irrigation (figure 1), mais la part réellement irriguée est bien inférieure.

L'irrigation est assurée à partir des eaux de surface. Des prises au fil de l'eau alimentent des canaux qui irriguent les plantations par débordement et par infiltration à travers la paroi et le fond des canaux qui sont en terre non revêtue.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le Ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) est notamment chargé de formuler la politique agricole, de fournir les services d'appui à l'agriculture et de superviser le secteur des entreprises cacaoyères.

En 1994, ce Ministère a été regroupé avec les Ministères des finances, de l'industrie, du commerce, du tourisme et des pêches en un seul Ministère des finances et de la coordination économique.

Depuis 1991, une loi définit le cadre juridique institutionnel régulateur de la propriété foncière et réglemente le régime de la privatisation, de la distribution et de l'utilisation des terres.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Une étude réalisée en 1982 montre qu'il serait possible d'irriguer environ 5 600 ha de cacaoyers et 2 000 ha de cultures vivrières et fourragères en construisant des barrages sur quatre rivières.

Le Centre de cultures alimentaires de Mesquita (CCAM) a appuyé la mise en place de 34 ha d'infrastructures pour une irrigation gravitaire dans deux zones de production vivrière (Aparo II et Blu-Blu). Le coût d'investissement est évalué à 5 000 $EU/ha.

Copyrighted material

L'identification des possibilités de réalisation de petits aménagements hydro-agricoles est actuellement considérée par le Gouvernement et les différents bailleurs de fonds comme une étape préalable indispensable à un développement éventuel de l'irrigation.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. Democratic Republic of São Tomé and Principe. Country economic memorandum and key elements of an environmental strategy. Report 10383 - STP. Washington DC.

FAO. 1981. Formulation d'un projet sur l'inventaire des ressources hydrauliques à Sao Tomé-et-Principe. Rapport du projet TCP/STP/0103. Rome.

FAO. 1992. Mission d'identification pour le développement des cultures vivrières. Mission d'identification. FAO/DDC. Rapport 175/92 ADB-STP 8. Rome.

Copyrighted material

SENEGAL

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Sénégal, situé à l'extrémité ouest du continent africain, a une superficie totale de 196 720 km^2. La superficie cultivable était estimée en 1986 à 3,8 millions d'hectares, soit 19% de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à 2,3 millions d'hectares, soit 61% de la superficie cultivable et 12% de la superficie totale.

La population s'élevait à 8,1 millions d'habitants en 1994, soit une densité moyenne de 41 hab./km^2. La densité rurale varie de 35 hab./km^2 dans la région de Tambacounda à 150 hab./km^2 dans la région de Thiès ou de Djourbel. Le taux de croissance démographique est estimé à 2,7% par an en moyenne, mais est de 2,1% pour la population rurale contre 3,8% pour la population urbaine.

La population rurale est de 54%. Le secteur agricole représente 12% du PIB (moyenne sur 1986-90). Il emploie 60% des actifs et fait vivre plus des deux tiers de la population.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	19 672 000	ha
Superficie cultivable	1990	3 782 000	ha
Superficie cultivée	1990	2 300 000	ha
Population totale	1994	8 102 000	hab.
Densité de population	1994	41	hab./km^2
Population rurale	1990	54	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1992	51	%
Population rurale	1992	42	%

Climat et ressources en eau

La pluviométrie moyenne est de 742 mm par an: cette moyenne, sujette à de fortes variations interannuelles, cache des disparités géographiques importantes puisque les précipitations s'échelonnent entre 1 800 mm/an au sud et 300 mm/an au nord. Le Sénégal ne connaît qu'une seule saison des pluies dont la durée diminue quand la latitude augmente (juin-octobre au sud, juillet-septembre au nord).

L'agriculture sénégalaise étant essentiellement de type pluvial, sa production est sujette à de fortes variations. Entre 1960 et 1980 les isohyètes de la pluviométrie annuelle moyenne se sont déplacées de 120 km vers le sud: la moyenne annuelle à Dakar est ainsi passée de 600 mm à 400 mm. Depuis 1986, à l'exception de l'année 1991-92, les précipitations enregistrées semblent être revenues au niveau des années 60 sur la plupart du pays.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		742	mm/an
		146,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		26,4	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	3 258	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		39,4	km^3/an
Indice de dépendance		33,0	%
Capacité totale des barrages	1994	1,6	km^3
Eau désalinisée	1990	0,05	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	1 251	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	68	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	41	10^6 m^3/an
Total		1 360	10^6 m^3/an
par habitant	1987	201	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		5,2	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production	1993	5	10^6 m^3/an
Traitement	1993	1	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	400 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1994	71 400	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1994	37 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1994	33 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1994**	**141 400**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1994	6	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1994	49	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 400 ha	1994	23 135	ha
Périmètres moyens		1994	4 265	ha
Petits périmètres	< 50 ha	1994	44 000	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées (Maîtrise totale/partielle)		1993	52 306	ha
- riz		1993	32 000	ha
- maraîchage		1993	8 876	ha
- canne à sucre		1993	7 300	ha
- maïs		1993	2 970	ha
- autres		1993	1 160	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée		1994	44 525	ha
en % de la superficie cultivée		1994	2,0	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

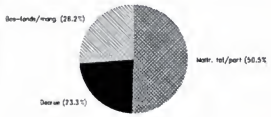
Les cours d'eau sont caractérisés par un régime tropical, avec une période annuelle de hautes eaux après le maximum pluviométrique en août-septembre, et une période de basses eaux assez longue, qui se termine en juillet, alors que nombre de rivières sont complètement taries depuis la mi-février.

Le Sénégal compte quatre fleuves principaux: le Sénégal, la Gambie, le Siné Saloum et la Casamance. Leurs estuaires sont le lieu de remontées d'eaux salines qui peuvent affecter les terres assez loin vers l'intérieur du pays.

Les ressources en eaux internes sont estimées à 26,4 km^3 par an. Les apports consistent en 2 km^3/an issus de Guinée (fleuve Gambie), ainsi qu'une partie des 22 km^3/an du fleuve Sénégal au barrage de Manantali. Les ressources en eaux souterraines sont de l'ordre de 7,6 km^3/an. Les prélèvements étaient estimés à 1,36 km^3 en 1987 (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 1,36 km^3 en 1987)

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

De nombreuses évaluations du potentiel d'irrigation ont été réalisées au Sénégal et les chiffres varient de 160 000 ha à plus de 640 000 ha. Cependant l'estimation la plus vraisemblable, en tenant compte aussi des contraintes socio-économiques et environnementales, serait de 400 000 ha environ, dont 240 000 ha pour les superficies en maîtrise totale et partielle, 100 000 ha pour les cultures de décrue et 60 000 ha pour les superficies en bas-fonds et mangroves. La superficie avec contrôle de l'eau est de 141 400 ha (figure 2).

La superficie équipée pour une maîtrise totale/partielle de l'irrigation était évaluée à 71 400 ha en 1994, surtout concentrée (à 95%) dans la vallée du fleuve Sénégal. L'eau d'irrigation dans cette vallée provient essentiellement des eaux de surface, soit à partir de retenues, soit par des pompages dans le fleuve. Cependant, dans la zone des niayes, les eaux souterraines sont utilisées pour de la micro-irrigation à vocation principalement maraîchère. Dans le pays, la principale technique d'irrigation est une irrigation de surface.

Un certain nombre de critères permettent de distinguer les différents types d'aménagements de la vallée du fleuve Sénégal (67 788 ha):

- Le mode de financement à l'origine. En effet le financement à l'origine de l'aménagement a pu être réalisé à partir de fonds publics ou de fonds privés. Dans le premier cas, l'aménagement était confié à la Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED).

Copyrighted material

- La taille de l'aménagement. On distingue ainsi les grands aménagements, les aménagements intermédiaires, et les petits périmètres (figure 3).

- Le mode de gestion actuel et passé. On distinguait en effet en 1994 plusieurs structures de gestion des périmètres: la SAED, les Groupements d'intérêt économique (GIE) et les opérateurs privés (figure 4). Les périmètres agro-industriels gérés par des compagnies spécialisées dans la production d'une spéculation particulière (Compagnie sucrière sénégalaise pour la canne à sucre sur 7 300 ha, SOCAS pour la tomate sur 260 ha) appartiennent à cette dernière catégorie.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale et partielle (1994)

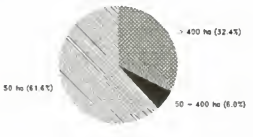
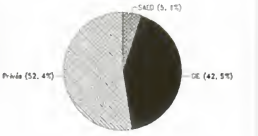


FIGURE 4
Gestion de l'irrigation, maîtrise totale/partielle (1994)



Historiquement, le développement de l'irrigation en maîtrise totale et partielle dans la vallée a commencé par la création de périmètres sur fonds publics, périmètres qui ont été gérés par la SAED: il s'agissait de grands périmètres qualifiés selon leur taille plus ou moins importante de "grands aménage ments" ou d'"aménagements intermédiaires". A partir de 1974, un certain nombre de petits périmètres ont été créés. Ils étaient financés sur fonds publics dans un premier temps mais certains d'entre eux ont aussi bénéficié de fonds privés dans un second temps. Leur gestion était confiée à des groupements de producteurs avec l'assistance de la SAED. Ces périmètres étaient appelés "périmètres irrigués villageois". A la suite des changements de réglementation, les structures de gestion de ces périmètres se sont modifiées puisque les groupements de producteurs ont laissé la place aux Groupements d'intérêt économique, qui sont généralement des associations villageoises ou familiales.

A la fin des années 80, un changement de politique est intervenu: l'Etat et la SAED ont souhaité se désengager progressivement des activités directement productives et promouvoir l'initiative privée dans l'aménagement et la gestion de périmètres irrigués. Plusieurs mesures ont été prises en ce sens:

- la SAED a commencé en 1990 à rétrocéder la majeure partie de ses aménagements à des opérateurs privés: 13 573 ha de grands aménagements et aménagements intermédiaires ont ainsi été confiés à des opérateurs privés entre 1990 et 1994 et la superficie gérée directement par la SAED ne s'élevait plus qu'à 3 616 ha en 1994.

- La SAED a cessé d'assister les Groupements d'intérêt économique dans leur gestion des périmètres irrigués villageois. Ainsi, 16 781 ha de périmètres irrigués villageois créés à partir de fonds publics ne bénéficiaient plus en 1994 de l'assistance de la SAED.

Copyrighted material

- De nombreux périmètres ont été créés par des opérateurs privés depuis les changements de réglementation du foncier. Entre 1987 et 1994, 33 818 ha de périmètres irrigués villageois (gérés par des GIE) ou de périmètres irrigués privés (gérés par une personne ou une famille) ont ainsi été créés à partir de fonds strictement privés, principalement dans la zone du delta, dans la délégation de Dagana (figure 5). La surface moyenne des périmètres gérés par les GIE, de 30 à 50 ha, correspond en fait à la capacité de pompage des groupes motopompes les plus employés: moteurs diesel bicylindres de 15 à 30 cv, avec un débit horaire de 350 à 700 m^3.

FIGURE 5
Evolution de la superficie aménagée dans la vallée du fleuve Sénégal, et dans cheque délégation

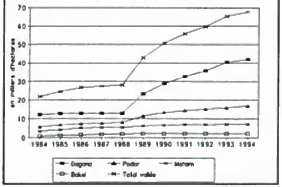
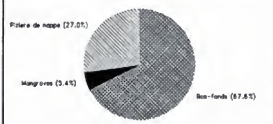


FIGURE 6
Répartition des superficies dans les bas-fonds et les mangroves (1985)



Parallèlement à une augmentation des surfaces équipées pour l'irrigation en maîtrise totale et partielle, on a assisté à une réhabilitation des périmètres par la SAED, mais à une stagnation des surfaces mises en culture, les principales contraintes étant l'accès au crédit très tardif qui compromet l'achat des facteurs de production. Cependant, avec la mise en place du barrage de Manantali en 1988, la meilleure maîtrise de l'eau pourrait permettre une extension des superficies conduites en double culture dans la vallée du fleuve Sénégal.

Les superficies en cultures de décrue, principalement le sorgho, s'élevaient à 33 000 ha en 1994. Le potentiel pour la superficie en cultures de décrue était de 100 000 ha, mais il a fortement diminué a cause de la sécheresse qui a affecté le Sénégal dans les années 80.

Les cultures de bas-fonds, de mangrove et de nappe s'élevaient à 37 000 ha en 1985 (figure 6).

- Le rendement des rizières dites de nappe varie entre 1 et 1,5 t/ha, mais peut atteindre 2,5 t/ha.

- Le rendement des rizières submergées par l'eau douce dans les bas-fonds et les estuaires varie entre 1,2 et 1,6 t/ha, mais en conditions intensives d'exploitation il peut atteindre 4,5 t/ha.

- Dans les zones de mangrove, dont le potentiel est estimé à 20 000 ha, et qui étaient cultivées sur 15 000 ha en 1969 avec un rendement moyen d'environ 1,5 t/ha, la sécheresse a provoqué la thioxydation de ces sols sulfatés acides. Aussi, la superficie

Copyrighted material

cultivée en 1985 n'était plus que de 2 000 ha, avec des rendements ne dépassant pas quelques centaines de kilogrammes à l'hectare.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les principales institutions intervenant dans le domaine de l'eau et de l'irrigation sont:

- Le Ministère de l'hydraulique, avec:
  - la Direction de l'hydraulique et de l'assainissement;
  - le Service de gestion et de planification des ressources en eau.
- Le Ministère de l'agriculture et de l'élevage, avec:
  - la Direction du génie rural, dont la création date de 1994;
  - la Direction de l'agriculture, relayée dans les régions par des Inspections régionales;
  - l'Unité de politique agricole, chargée de préparer et de formuler la politique du Ministère et d'assurer le suivi de l'exécution de la politique de développement agricole et des projets de développement.
- La Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé. Créée en 1965 pour assumer toutes les fonctions de développement dans la vallée, elle a depuis 1981 amorcé son désengagement des activités productives, conformément à son nouveau mandat qui est défini tous les trois ans par des lettres de mission du gouvernement. La Direction générale est basée à Saint-Louis, avec quatre délégations régionales.
- Le Ministère de l'économie, des finances et du plan, avec sa cellule après-barrages.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Depuis 1988, le Sénégal a terminé la réalisation des principaux ouvrages de régularisation du fleuve Sénégal: Manantali qui contrôle 50% des débits du fleuve et le barrage anti-sel de Diama, situé à proximité de l'embouchure.

Le Plan directeur de développement intégré de la rive gauche du fleuve Sénégal, achevé en 1990, a défini des objectifs à l'horizon 2015:

- 33 000 ha de cultures de décrue;
- 10 500 ha de cultures industrielles irriguées;
- 88 000 ha de cultures vivrières irriguées;
- 70 MW de puissance électrique garantie.

Avec le développement très rapide des superficies aménagées par les opérateurs privés, suite à la politique de désengagement progressif de l'Etat et de la SAED des activités

Copyrighted material

directement productives, ces objectifs devraient d'ores et déjà être atteints bien avant 2015, à condition toutefois que les contraintes que constituent l'accès au crédit et la fixation des prix, du riz en particulier, soient levées. Cependant, la phase d'étude des schémas directeurs a permis de définir quelques recommandations:

- la réhabilitation des périmètres existants et leur mise en valeur constituent une priorité si leur localisation se justifie socialement et techniquement;
- la localisation des aménagements nouveaux doit tenir compte des conditions économiques de réalisation et de gestion;
- la rentabilité des unités de production est étroitement liée à l'économie de la filière du riz, qu'il faut soutenir;
- le maintien d'une inondation minimale par le biais de la crue artificielle (barrages de Manantali) est un impératif pour sauvegarder l'environnement et le patrimoine forestier en particulier.

En Casamance, en l'absence d'ouvrages de régularisation, le potentiel de la rivière Anambé n'est pas complètement exploité. En Basse-Casamance, la technique des digues anti-sel pour la pratique de la riziculture rencontre d'importants problèmes suite a la diminution de la pluviométrie qui assure de moins en moins le lessivage des sols.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. Sénégal. Rapport d'actualisation macro-économique.

Caisse française de féveloppement. 1994. Les systèmes rizicoles privés du delta du fleuve Sénégal - Situation actuelle, bilan et perspectives.

CILSS. 1989. Etude sur l'amélioration des cultures irriguées au Sénégal.

FAO. 1985. Politiques et programmes céréaliers - Une analyse du secteur céréalier et un programme d'actions pour son développement.

FAO. 1993. Mission d'identification d'un projet de développement de la filière rizicole dans la vallée du fleuve Sénégal, Rapport de synthèse.

FAO. 1994. Projet de développement de l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal.

FAO. 1994. Etude de l'impact de la dévaluation du FCFA sur la compétitivité des productions rizicoles dans les pays de l'Union économique et monétaire de l'Ouest africain.

Ministère de l'économie, des finances et du plan. 1990. Plan directeur de développement de la rive gauche du Sénégal.

Copyrighted material

PNUD. 1993. Projet de planification des ressources en eau du Sénégal.

SAED. 1994. Evolution des superficies cultivées et des productions pour la rive gauche du Sénégal sur la période 1981-94.

Unité de politique agricole, Ministère de l'agriculture. 1993. L'agriculture au Sénégal.

Copyrighted material

SEYCHELLES

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

The Seychelles archipelago, located in the Indian Ocean about 1 500 km from the east coast of Africa, comprises more than 115 islands, with a total area of 455 km^2. The archipelago is made up of two groups of islands: the Mahé-Praslin group of granitic islands, with a total area of 241 km^2, and including the two main islands (Mahé: 159 km^2; and Praslin: 42 km^2); and the other islands, covering 214 km^2 in total and consisting of coral atolls and sand banks. The cultivable area is estimated at 1 400 ha, which is 3% of the total area, and the cultivated area is about 400 ha, which is 29% of the cultivable area and 0.9% of the total area.

The total population is estimated to be 73 000 inhabitants (1994), of which 41% is rural. Average density is 160/km^2, but varies from 1/km^2 on the coralline islands to more than 120/km^2 on La Digue and Praslin, and 380/km^2 on Mahé. Annual population growth is estimated to be 0.6%, taking into account the emigration of about 1 000 citizens a year.

The agricultural sector, including forestry and fisheries, represents about 7% of GDP and employs 17% of population. Agriculture alone is only 4% of GDP.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	45 500	ha
Cultivable land	1989	1 400	ha
Cultivated land	1989	400	ha
Total population	1994	73 000	inhab.
Population density	1994	160	inhab./km^2
Rural population	1990	41	%
Water supply coverage			
Urban population		.	%
Rural population	1985	95	%

Climate and water resources

The climate is wet tropical (equatorial), with little variation of temperature (27°C) and relative humidity (80%) during the year. The climate is dominated by the pattern of monsoons. The southeast monsoon from May to October brings cool winds but little rainfall. The northwest monsoon from November to April brings variable gentle winds, low clouds and heavy rainfall.

Average annual precipitation is 1 742 mm, varying from 2 370 mm on Mahé to 1 990 mm/year on Praslin, 1 620 mm/year on La Digue and 1 290 mm/year on average on the other islands. The heaviest rains occur on Mahé, where the central plateau, with an

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:		
Average precipitation	1 742	mm/yr
	0.8	km^3/yr
Internal renewable water resources – total	-	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	-	m^3/yr
Global renewable water resources	-	km^3/yr
Dependency ratio	-	%
Total dam capacity	-	km^3
De-salinated water	-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:		
- Agricultural	-	10^6 m^3/yr
- Domestic	-	10^6 m^3/yr
- Industrial	-	10^6 m^3/yr
Total	-	10^6 m^3/yr
per caput	-	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources	-	%
Other withdrawal	-	10^6 m^3/yr
Wastewater:		
Produced	-	10^6 m^3/yr
Treated	-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater	-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		-	ha
Irrigation:			
1. Full or partial control irrigation: equipped area		-	ha
- surface irrigation		-	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- micro-irrigation		-	ha
% of area irrigated from groundwater		-	%
% of area irrigated from surface water		-	%
% of equipped area actually irrigated		-	%
2. Spate irrigation area		-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		-	ha
5. Flood recession cropping area		-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		-	ha
- as a percentage of cultivated area		-	%
- increase over last 10 years		-	%
- power irrigated area as % of water managed area		-	%
Full or partial control schemes:	Criteria		
Large schemes	> - ha	-	ha
Medium schemes		-	ha
Small schemes	< - ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated Crops:			
Total irrigated grain production		-	t
as a % of total grain production		-	%
Harvested crops under irrigation		-	ha
- orchids		-	ha
- vegetables		-	ha
-		-	ha
Drainage - Environment:			
Drained area		-	ha
as a % of cultivated area		-	%
Flood-protected area		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha

Copyrighted material

altitude of 900 m, receives up to 3 500 mm/year, and once even 6 176 mm was registered, while the south of the island receives less than 1 800 mm/year.

The granitic islands have many small, steep watercourses, but most of them have only ephemeral flows. No information on surface and groundwater resources is available.

IRRIGATION DEVELOPMENT

Irrigation has been developed in recent years, mainly for complementary water supply to the crops in case of water shortages or droughts. On La Digue, groundwater is used for irrigation.

Orchid farming under irrigation has been developed in recent years, mainly under the supervision of Indian Ocean Nurseries, which is a State farm.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Water and Sewerage Division of the Public Utilities Corporation is responsible for all matters related to water resources throughout the Seychelles.

Agriculture, including irrigated agriculture was under the supervision of the Ministry of National Development through the Agricultural Division. The Division has now become a part of the Ministry of Agriculture and Marine Resources.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

In the Seychelles archipelago, the major water-related concern is that of drinking water. The aquifers in the main islands are unconfined and the water table is close to the surface: only 1 m deep, which is 1 to 2 m above sea level. Therefore the groundwater is subject to contamination by sea water or pollution by human activities, and it is particularly vulnerable when it is overexploited or during droughts. To protect the groundwater, the pumped yield should not exceed a safe limit. Currently, on a long-term basis (one year) this safe limit is not exceeded, but it happens on a short-term basis (one or a few days).

The major objective of the government is to improve and develop the cropped area, in order to reduce imports of foods which could be produced locally. Irrigation and drainage development are one of the means adopted to achieve this goal, but they suppose high-value-added crops, such as orchids. Another means which could be adopted – currently in an experimental stage – is the development of hydroponics.

MAIN SOURCE OF INFORMATION

FAO. 1989. Seychelles, la stratégie du secteur agricole. FAO/CI. Rapport 88/89 TA-SEY 4. Rome.

Copyrighted material

SIERRA LEONE

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Sierra Leone, located in the southwestern part of West Africa, covers 72 000 km^2, 74% of which is suitable for crop cultivation on a sustainable basis. There are four main physical regions: coastal plains (14%), interior plains (43%), plateaux (22%), and hills and mountains (21%).

Population is about 4.4 million inhabitants (1994). In 1990, 68% of the population was rural. Annual demographic growth rate is estimated to be between 2.3% and 2.8%.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1992	7 174 000	ha
Cultivable land	1992	5 360 000	ha
Cultivated land	1990	600 000	ha
Total population	1994	4 402 000	inhab.
Population density	1994	61	inhab./km^2
Rural population	1990	68	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	80	%
Rural population	1990	20	%

Agriculture is a vitally important component of the national economy. It represents 40% of the GDP and employs 65% of the labour force, mostly in small-scale, peasant production. It accounts for about 30% of exports. Rice is the main staple food and is grown by more than 95% of rural families. Domestic rice production fell from 670 000 t in 1976 to 465 000 t in 1987/88. Estimates of annual rice production in the years 1990 to 1992 vary between 200 000 and 400 000 t. Low producer prices and an unfavourable market situation have restricted domestic rice production. Imported rice is estimated to represent an average of 20% of total consumption (120 000 t in 1991) and the last year of rice export was 1953.

Climate and water resources

The country is well watered, with a rainfall of 2 690 mm/year, which makes it one of the most humid countries of Africa. It ranges from 1 900 to more than 4 000 mm/year. The country is situated at the northern limit of the equatorial rainforest zone, with a tropical climate showing two distinct seasons. There is a pronounced dry season from December to March, with 6 to 7% of the annual total rainfall and coinciding with solar radiation of between 25.9 and 60.9 kcal/cm^2 and low humidity. Relative humidity is between 95 and 100% in the rainy season but it can drop down to 20% in the harmattan season. Evaporation

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		2 690	mm/yr
		193.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		160	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	36 347	m^3/yr
Global renewable water resources		160	km^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	329.3	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1987	25.9	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1987	14.8	$10^6\ m^3/yr$
Total		370.0	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1987	96	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		0.2	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

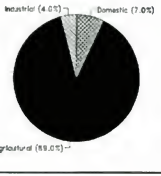
Irrigation potential		1981	807 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1992	1 000	ha
- surface irrigation		1992	1 000	ha
- sprinkler irrigation		1992	0	ha
- micro-irrigation		1992	0	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		1992	28 360	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1992	126 000	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1992	155 360	**ha**
- as % of cultivated area		1992	25.9	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation		1987	105 000	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1991	230 000	t
as a % of total grain production		1991	38	%
Harvested crops under irrigation			-	
- rice		1991	155 000	
- cassava			-	ha
- sweet potato			-	ha
- vegetables			-	ha
- groundnut			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

is between 1 200 and 1 900 mm/year. The mean daily temperature varies between 25°C and 28°C.

There are nine major river systems flowing through the country in a NE to SW direction. Three of them are shared with Guinea and two with Liberia. Internally produced surface runoff is estimated to be about 160 km^3/year, although this figure is probably an overestimate. Seasonal variations are important: 11-17% of the annual discharge occurs between December and April, with minimum discharge in April.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.37 km^3 in 1987)



The groundwater resources of the country have not been extensively studied and are not used, except for a limited number of rural wells and recent installations for large cities. It corresponds almost totally to the baseflow of the rivers and the permeability of the substratum is high.

There is considerable potential for the development of small-scale hydro-electric schemes that could also be designed to accommodate irrigated agriculture. An inventory has identified 21 sites for hydropower development, with a hydro-electric potential which already exceeds by far the medium-term demand of the country (the total potential is believed to be much higher). At the moment, Sierra Leone has only one major dam, the 68-metre-high Guma dam, supplying water to Freetown.

Total water withdrawal was about 0.37 km^3 in 1987 (Figure 1). About 80% of the rural population obtains its water from surface sources, including many streams and ponds.

IRRIGATION DEVELOPMENT

The breakdown of cultivable land into upland and lowland is given in Table 4 and Figure 2. It shows the relative importance of the four classes of lowlands, with a total area of about 1.2 million ha: inland valley swamps (IVS), bolilands which are drainage depressions, mangroves in the coastal tidal zone, and annually flooded riverine grasslands. It should be noted, however, that the 1.2 million ha correspond to the total area of lowlands. Lowland suitable for development is about 807 000 ha, ignoring environmental aspects.

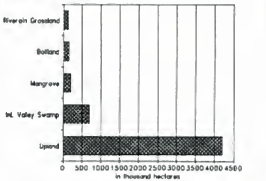
TABLE 4
Breakdown of cultivable and cultivated land

Ecology	Suitable for cultivation (ha)	Cultivated in 1992 (ha)	Cultivated, as % of suitable
Upland	4 200 000	500 000	11.9
Lowland	1 165 000	155 000	13.3
- IVS	690 000	100 000	14.5
- Boliland	145 000	10 000	6.9
- Riverine Grasslands	130 000	20 000	15.4
- Mangrove	200 000	25 000	12.5
TOTAL	5 365 000	655 000	12.2

Copyrighted material

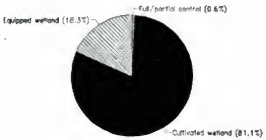
Irrigated agriculture is poorly developed in Sierra Leone. The total water managed area is estimated at 155 360 ha, but the area with good water control and having the possibility of more than one crop a year is very limited. One thousand hectares are reported to be irrigated for sugar cane production. By 1991, about 28 000 ha of wetland had been equipped for rice cultivation, although most of it is not operational (Figure 3).

FIGURE 2
Land suitable for cultivation



The predominant type of farming in Sierra Leone is the bush fallow system, with holdings ranging from 0.5 to 2 ha. Up to 10 different crops are traditionally grown in mixed stands in one season, with rainfed upland rice dominating, being grown by 96% of farmers. Traditionally, farmers use the IVS for rice in the rainy season, followed in the dry season by groundnut, vegetables, potatoes and cassava.

FIGURE 3
Distribution of water managed areas



The reduced fallow period induced by increasing population pressure has had adverse impacts on the soil fertility for upland cropping. The IVS have relatively more fertile soils than the upland areas, and can support a higher cropping density. Although the government has attempted to develop double cropping of rice by developing the IVS for irrigation, the high cost of development and weak extension capability has so far made this option not successful.

Yield of rice in traditional wetland is about 1.5 t/ha, while in upland it is around 1 t/ha. In farmer-managed demonstration plots, yields reach an average of 3.2 t/ha. The other two main crops grown in wetland – cassava and sweet potato – have an average yield of 2.2 t/ha and 2.7 t/ha respectively.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

As water resources have never been a serious constraint to development in Sierra Leone, no base exists for their management, nor does there exist any comprehensive water resources development policy or strategy (except for the water supply and sanitation sector).

Several agencies have been, to a limited extent, involved in the assessment of the potential water resources, such as the Guma Valley Water Company, Department of Energy and Power, Water Supply Division, Geological Survey, and Land and Water Development Division (LWDD) of the Department of Agriculture and Forestry.

Copyrighted material

LWDD is responsible for appraisal of the land and water resources of the country, to help develop sustainable agriculture. It has several technical sections: agronomy, remote sensing, soils, agroclimatology, analytical laboratory, water resources, and cartography.

The Water Resources Section is in charge of investigating the water resources of the country with regard to their utilization for agricultural and rural development. This includes design preparation for swamp development. It liaises with the Water Supply Division of the Ministry of Energy and Power to investigate groundwater resources potential and for the siting and drilling of wells.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

In 1990, the country's target was to reach self-sufficiency in rice production. Swamps are considered as the most promising land for increasing rice production. The development of wetland to allow for double cropping has so far proved to be unadapted and costly. Future efforts will probably concentrate on increasing yields in swamp rice cultivation, by concentrating on the most productive land and intensifying the use of available production technology. The returns from mechanization have proved to be higher in the riverine grasslands than in the other rice cultivation ecologies. Bolis, given their poor soil conditions, are not expected to play a major role in the future in rice production.

However, the future of irrigation and agriculture in general is primarily related to a return to political stability.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistics Office. 1991. Annual statistics digest 1991.

FAO. 1981. Land resources survey project DP/SIL/73/002: *Final Report*.

FAO/DDC. 1990. Report on the Moyamba development project. 2 volumes.

Knickel K.W. 1988. Farming system development: Smallholder swamp rice schemes in Sierra Leone.

MAFF/FAO. 1992. Sierra Leone: Agricultural sector review/programming mission. 2 volumes.

World Bank. 1984. Sierra Leone Agricultural sector review.

Copyrighted material

SOMALIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Somalia, with a total area of 637 660 km^2, has the longest coastline in Africa: in the north on the Gulf of Aden, and in the east on the Indian Ocean. The cultivable area was estimated at about 8 million ha in 1985, or 13% of the total area, and the cultivated area at about 980 000 ha, or 1.5% of the total area and 12% of the cultivable area.

Population in Somalia is estimated at about 9 million (1994), of which 64% is rural. Average population density is about 14 persons/km^2. The annual demographic growth rate is approximately 3.1%. Agronomy is the second traditional occupation for most Somalis, after nomadic livestock grazing, and accounted for about 11% of the country's GDP in the period 1970-1986.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1992	63 766 000	ha
Cultivable land	1985	8 150 000	ha
Cultivated land	1984	980 000	ha
Total population	1994	9 077 000	inhab.
Population density	1994	14	inhab./km^2
Rural population	1990	64	%
Water supply coverage			
Urban population	1990	50	%
Rural population	1990	29	%

Climate and water resources

The climate of Somalia is of the arid to semi-arid type, with annual rainfall of less than 250 mm in the north, about 400 mm in the south, and 700 mm/year in the southwest. On average, the country receives about 250 mm/year of rainfall. Rainfall distribution is bimodal. It falls mostly in the *gu* (mid-April to June) and the *der* (October to December) seasons. The country is regularly subject to periods of drought.

Water resources in Somalia are dominated by surface water. Along the Gulf of Aden, a mountainous zone with rugged relief is subject to torrential flows, causing considerable erosion. The land slopes down towards the south, and the watercourses which flow southwards peter out in the sands of the desert. The rest of the country consists of a plateau, which is crossed by the two main rivers of Somalia, the Juba and the Shebelle, originating from the Ethiopian plateau and draining in a southeast direction towards the Indian Ocean. Contribution to river flow from inside Somalia is not significant and occurs only during heavy rainfall. Flows in the lower reaches of the two rivers decrease considerably as a result of infiltration, overbank spillage, evaporation and water abstraction. The total internally produced water resources are estimated at 6 km^3/year, the incoming surface water resources at 7.5 km^3/year.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		253	mm/yr
		161.3	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		6.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	661	m^3/yr
Global renewable water resources		13.5	km^3/yr
Dependency ratio		55.6	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water	1990	0.1	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	785.7	10^6 m^3/yr
- Domestic	1987	24.3	10^6 m^3/yr
- Industrial	1987	0	10^6 m^3/yr
Total		810.0	10^6 m^3/yr
per caput	1987	99	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		13.5	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1985	240 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1984	50 000	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area		1984	150 000	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1984**	**200 000**	**ha**
- as a percentage of cultivated area		1984	20.4	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha	1984	25 000	ha
Medium schemes		1984	0	ha
Small schemes	< - ha	1984	25 000	ha
Total number of households in irrigation		1984	33 750	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1984	150 000	t
as a % of total grain production		1984	30	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- maize		1984	150 000	ha
- sugar cane		1984	9 800	ha
- bananas		1984	3 000	ha
- rice		1984	1 300	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

There is no dam on the Shebelle river within Somalia, but off-stream storage exists at Jowhar (200 million m^3), upstream from the greater part of the irrigated lands and downstream from the Jowhar Sugar Estate. A second off-stream storage reservoir, which would store 130-200 million m^3, is proposed at Duduble, upstream of Jowhar. Another proposed dam is the Baardhere dam on the Juba, primarily for hydropower, but which should also provide maximum water control and storage for the Juba Valley irrigation projects.

The contribution of other drainage basins to surface water is generally insignificant. They normally consist of occasional runoff in seasonal watercourses.

Groundwater potential is limited because of the limited potential for recharge. In the northern region, some subsurface flows in wadis are tapped for small (1-25 ha) irrigated farms. However, studies required for exploration of groundwater are still needed.

Total water withdrawal was estimated at 0.81 km^3 in 1987 (Figure 1). Agricultural water withdrawal, about 0.79 km^3, is mainly for the full or partial control irrigation schemes.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.81 km^3 in 1987)

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1984)

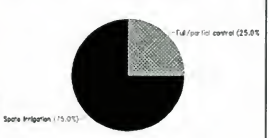
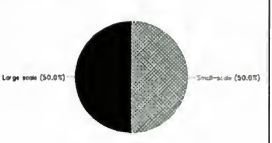


FIGURE 3
Typology of full or partial control irrigation schemes



IRRIGATION DEVELOPMENT

Despite of the importance of irrigation for the main cash crops in Somalia, e.g., bananas and sugar cane, irrigation and drainage systems development is very poor. In the main irrigated area in the Juba and Shebelle Valleys, there is no system of water allocation and management and a salinity problem exists. Irrigation potential is estimated at 240 000 ha. In 1984, the total water managed area was about 200 000 ha, of which only 50 000 ha had reasonably controlled irrigation, the rest being spate irrigation, entirely for maize production (Figure 2).

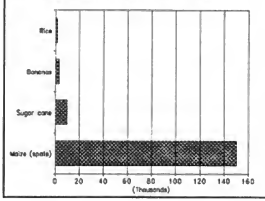
Full or partial control irrigation schemes consist of about half traditional, small-scale schemes and half medium and large private and state schemes (Figure 3), with irrigated farms supporting some 135 000 people. Irrigation is practised mostly along the Juba and Shebelle Rivers. For irrigation water management and drainage, services are almost non-existent. The lack of an effective water authority or management system is one reason for the low (20-25%) irrigation efficiency and deteriorating performance. Farmers, individually or in groups, abstract water from rivers or canals regardless of crop rotation or crop water needs. Water use is

Copyrighted material

governed by proximity to the distribution outlet and location upstream.

The major irrigated crops (Figure 4) are maize (spate), sugar cane (mainly state farms) and bananas (mainly private farms). Official statistics show that, for the period 1970-1986, a slight decrease in area and a static yield for bananas, while there was an increase in area and considerable drop in yield for sugar cane. This can be attributed mainly to the increasing drainage problems and soil salinity at the Jowhar sugar estate on the Shebelle river. Regarding maize, an important irrigated and rainfed crop, production increased sharply due to the wide expansion of planted area (from 102 000 ha in 1971 to 350 000 ha in 1985), while yields remained low. In irrigated areas, maize yields remained low because of the inefficient irrigation system, limited availability of research, the absence of higher yielding varieties, and shortage of inputs.

FIGURE 4
Areas (ha) of major irrigated crops (1984)



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The main institution in charge of water resources management and development in Somalia is the Ministry of Mineral and Water Resources (MMWR), and its National Water Centre (NWC). The Water Development Agency (WDA) is responsible for operations exploiting groundwater resources for domestic water supply.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

A study carried out by the World Bank in 1987 outlined a proposed strategy to be followed for the development of irrigation, drainage and water management systems. In the short term, the plan included: rehabilitation of the existing systems; completion of the Water Master Plan for the Shebelle and Juba Rivers; registration of all irrigated farms within a cadastral system; allocation of legal water rights, and management of water allocation system; development of an effective system of water charges; gradual transfer of operation and maintenance responsibility to the holders of water rights; and incentives for adaptive research.

In the long term, the construction of the Duduble reservoir for the control of the Shebelle river, and the Baardhere dam on Juba river were projected. However, even with the completion of the Duduble reservoir, the water availability would still be limited in quantity and quality due to the salinity problem. Upstream 'return-to-river' drainage might contribute to higher salinity further downstream unless outfall drains to the ocean are constructed, in which case the maximum area in the Shebelle valley would be about 50 000-60 000 ha, if irrigation efficiency is increased to 50%.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Indian Ocean Newsletters. 1985. Productive Sectors of the Economy.

Kammer D. 1989. A brief description of major drainage basins affecting Somalia. National Water Centre, Mogadishu. Field Document No.14. FAO/SOM/85/008. Rome.

World Bank. 1987. Agricultural Sector Survey: Main report and strategy. Report No. 6131-SO. Washington DC.

Copyrighted material

SOUTH AFRICA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

The Republic of South Africa has a total area of 1.22 million km^2. Only 15% of the total area – 18 million ha – is considered as cultivable. The cultivated area in 1988 was about 10.8 million ha, excluding the area cultivated in the former homelands.

The population is estimated at 40.6 million (1994), of which 49% is urban. The average population density is about 33/km^2, but ranges from more than 100/km^2 in the rural areas of the former homelands to only 21/km^2 in the other parts of the country. The annual demographic growth rate is estimated at 2.4%.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	122 104 000	ha
Cultivable land	1994	18 320 000	ha
Cultivated land		-	ha
Total population	1994	40 555 000	inhab.
Population density	1994	33	inhab./km^2
Rural population	1990	51	%
Water supply coverage			
Urban population	1993	81	%
Rural population	1993	50	%

The agricultural sector contributes 3.9% to GDP (1991) and employs 9.8% of the economic active population. Nevertheless, agriculture is one of the largest sectors of employment because of the large numbers of peasants in the former homelands, who are not yet included in the statistics.

Climate and water resources

The average annual rainfall is 451 mm, ranging from less than 10 mm in the western deserts to 1 200 mm/year in the eastern part of the country. A vast expanse of the country is considered arid (21% of the area has less than 200 mm/year rainfall) or semi-arid (44% of the area receives between 200 and 500 mm/year). Therefore 65% of the country does not receive enough rainfall for successful dryland farming. The major part of the country has summer rainfall from November to February, while the southwestern corner has hot dry summers and rainy winters.

The drainage network of South Africa comprises two main systems, separated by the high escarpment in the eastern part of the country:

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		451	mm/yr
		550.5	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		44.8	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	1 104	m^3/yr
Global renewable water resources		50.0	km^3/yr
Dependency ratio		10.4	%
Total dam capacity	1990	26.9	km^3
De-salinated water	1990	17.5	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1990	9 580	10^6 m^3/yr
- Domestic	1990	2 281	10^6 m^3/yr
- Industrial	1990	1 448	10^6 m^3/yr
Total		13 309	10^6 m^3/yr
per caput	1990	351	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		29.7	%
Other withdrawal	1990	5 210	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced	1990	1 700	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1992	1 500 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1994	1 270 000	ha
- surface irrigation		1991	396 000	ha
- sprinkler irrigation		1991	660 000	ha
- micro-irrigation		1991	144 000	ha
% of area irrigated from groundwater		1991	18	%
% of area irrigated from surface water		1991	82	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivatad wetland and inland vallay bottoms			-	ha
5. Flood recassion cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1994	**1 270 000**	**ha**
- as a percentage of cultivated area			-	%
- increase over last 10 years			-	%
- powar irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Critaria			
Larga schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1988	1 320 000	t
as a % of total grain production		1988	9	%
Harvested crops undar irrigation			-	ha
- pasture		1988	202 000	ha
- wheat		1988	170 000	ha
- lucerne		1988	131 000	ha
- maize		1988	106 000	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

- The Orange River system, with its major tributary, the Vaal, drains almost the entire plateau, some 48.5% of the total land area. Despite its large catchment area, it contributes only 22.5% to the total runoff.

- The rivers draining the eastern slopes of the escarpment – the Tugela, Great Kel, Great Fish, Sundays and Gourits Rivers – drain only 13% of the total land area but account for approximately 43% of the total runoff.

The total annual surface runoff is estimated at 45.2 km^3, or about 10% of annual rainfall. Of this amount, 40 km^3 are generated within the country, while 5.2 km^3 come from Lesotho. However, much of this volume is lost through flood spillage and evaporation, so that only about 33 km^3/year is economically usable. The total dam capacity is estimated at 26.9 km^3. The dams command virtually all the runoff from the plateau, while the untapped resources are concentrated along the coast.

The groundwater resources are estimated at 4.8 km^3/year. In 1980, about 1.79 km^3 were exploited. It is foreseen that groundwater use will increase, especially in the western part of the country, which lacks perennial rivers.

According to a 1986 projection for 1990 by the Department of Water Affairs, total water withdrawal is estimated at 13.3 km^3 (1990) (Figure 1), while 5.21 km^3 are necessary to maintain the level of lakes and wetlands.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 13.3 km^3 in 1990)

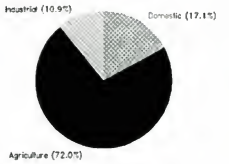
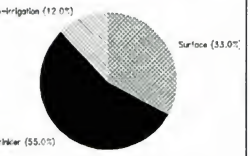


FIGURE 2
Irrigation techniques, full or partial control (1991)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The potential for full or partial control irrigation development, based on soil and water availability and suitability, is estimated at 1.5 million ha.

The total water managed area is estimated at 1.27 million ha, consisting only of full or partial control irrigation. Three irrigation techniques are used (Figure 2).

- Surface irrigation, consisting of furrow, border and basin irrigation, is applied on 396 000 ha (1991). Its costs vary from $US 100 to $US 1 400/ha, while application efficiency ranges from 55 to 65%.

Copyrighted material

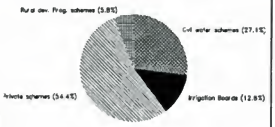
- Sprinkler irrigation is applied on 660 000 ha (1991), including movable lateral pipes and central pivot systems, used to irrigate 160 000 ha. Efficiency varies from 75 to 85%, and development costs are between $US 500 and 2 000/ha.

- Micro-irrigation is applied on 144 000 ha (1991), including drip and micro-jet irrigation. Efficiency ranges from 85 to 95%, and the development costs are between $US 1 300 and 2 800/ha.

Four types of irrigation schemes can be distinguished in South Africa, according to the type of management (Figure 3):

- The Government Water Schemes, covering 329 000 ha in 1994, are operated by the Department of Water Affairs. The government provides the funds for infrastructure ($US 4 300/ha on average in 1994), with farmers contributing, through water charges, an average of 30% of the operation and maintenance (O&M) costs. The scheme size varies between 120 and 36 000 ha, divided into 8 200 farms with an average size of 40 ha;

FIGURE 3
Irrigation management



- The Irrigation Boards (IB), covering 155 000 ha in 1994, were developed on the basis of legislation which enables groups of private individuals to obtain statutory powers. Prior to 1984, the Department of Water Affairs administered the IBs. From 1984 to 1994 the Department of Agriculture was responsible for supervision, and in January 1995 control reverted to the Department of Water Affairs and Forestry. The Government provides one-third of the infrastructure cost ($US 3 950/ha on average in 1994); the O&M costs are entirely covered by the water tariffs. Scheme sizes vary between 60 ha and 20 000 ha;

- The private schemes, covering 660 000 ha in 1992, are irrigated by private farmers on holdings of a size varying between 10 and 2 000 ha. The Department of Agricultural Development provides investment subsidies, up to a maximum of $US 2 140/ha per owner. The average cost for irrigation development was about $US 1 885/ha in 1993. In these schemes, no water charge is applied;

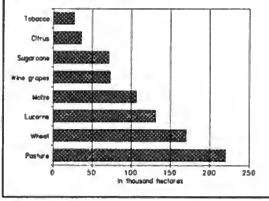
- Schemes of the Rural Development Programme, located in the former homelands, cover 70 000 ha. The infrastructure development funds are provided by the government, and can be as high as $US 6 500/ha. In the developing areas, irrigated community gardens are gaining popularity. A conservative estimate is that South Africa has about 5 000 such gardens of between 1 and 10 ha, benefiting 750 000 people.

The main irrigated crops are pasture, wheat (with a yield of up to 6 t/ha), lucerne (11 t/ha), maize (up to 9 t/ha) and irrigated sugar cane (where yields ranging from 160 t/ha up to 210 t/ha have been obtained) (Figure 4).

Copyrighted material

Subsidized subsurface drainage covers 54 000 ha. About 110 000 ha of irrigated land in South Africa is affected by waterlogging or salinization.

FIGURE 4
Major irrigated crops (1988)



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Water Act of 1956 makes a legal distinction between private surface water – which belongs to the riparian land owner – and public surface water, the use of which is subject to various restrictions. Under the Water Act, Government Water Control Areas (GWCA) can be established to safeguard public water resources against overexploitation. Drought, increased demand and claims from neighbouring countries are factors contributing to the establishment of GWCAs. Another section of the Water Act prohibits the construction of private reservoirs larger than 250 000 m^3 or diversion of discharge exceeding 110 l/s.

Two ministries are involved in water management and irrigation development:

- the Ministry of Water Affairs and Forestry, through the Department of Water Affairs, monitors the surface- and groundwater resources, formulates the national water strategy, and operates the Government Water Schemes; and

- the Ministry of Agriculture, through the Department of Agricultural Development, Directorate of Irrigation Engineering, promotes irrigation engineering, performs technology transfer to farmers, and allocates subsidies to private farmers, if the design complies with the norms and standards of the Department. It also provides support to IB schemes that are essentially privately initiated, executed and run. State intervention is limited to ensuring that IB schemes that are to be financed by means of State-guaranteed loans are economically viable and financially sound.

The Water Research Commission (WRC) is a public institution which promotes, coordinates and funds water research.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Irrigation development in the former homelands is constrained by communal land ownership, which results in lack of tenure security and limited access to land for the farmers.

Water demand projections indicated an annual growth of 1.5% between 1990 and 2010, ranging from 3.5% for urban and industrial use to 1% for irrigation. The moderate predicted growth for irrigation is caused by low economic returns on irrigation water and, since 1984, the sharp increase in costs of irrigation equipment (20% per year) compared with a modest increase in agricultural produce prices.

Copyrighted material

An increase in irrigation efficiency is necessary to overcome the reduction in water availability. Abolishment of the subsidised water charges would lead to an improved irrigation efficiency and a reduction of the area under low-value crops. Present government policy is to transfer as many Government Water Schemes as possible to IBs, with O&M costs fully paid by the farmers.

The reduction in water availability will probably result in an increase in conflicts over water allocation. For instance afforestation vs sugar cane in Natal; power generation vs irrigation in Eastern Transvaal; or conflicts between farmers in the developing sector and farmers in the commercial sector about the water quantity to be allocated.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Department of Agricultural Development. 1991. Spotlight on irrigation development in the RSA: the past, present and future.

Department of Water Affairs. 1986. Management of the water resources of the Republic of South Africa.

Directorate of Agricultural Trends. 1988. Agricultural statistics.

FAO. 1992. South Africa, Agricultural sector mission, Irrigation reconnaissance.

Water Research Commission. 1991. Researching and applying measures to conserve natural irrigation resources.

Water Research Commission. 1994. Irrigation development in southern Africa with special reference to South Africa.

Copyrighted material

SUDAN

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Sudan is situated in the northeastern corner of Africa and it is the largest African country, with a total area of about 2.5 million km^2. It shares common borders with nine countries. The cultivable area is estimated to be 105 million ha, or 42% of the total area, while the cultivated land is 7.6 million ha, or 3% of the total area and 7% of the cultivable area.

The population of Sudan is about 27 million (1994). The average population density is about 11/km^2, and the demographic growth rate is 2.8% per year. In 1990, 22.5% of the population were classified as urban and 77.5% as rural.

Some 80% of the population works in the agricultural sector. The contribution of crop production to GDP was about 20% in 1991 (11% from irrigated and 9% from rainfed crops).

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1995	250 581 000	ha
Cultivable land	1995	105 000 000	ha
Cultivated land	1995	7 600 000	ha
Total population	1994	27 361 000	inhab.
Population density	1994	11	inhab./km^2
Rural population	1993	78	%
Water supply coverage			
Urban population	1995	85	%
Rural population	1995	35	%

Climate and water resources

The climate of Sudan varies from continental in the northern parts, through savannah in the centre, to equatorial in its most southern parts. Rainfall varies from 20 mm/year in the north to some 1 600 mm/year in the far south. The average annual rainfall is 436 mm, of which only 2.7% is transformed into surface water.

Water used in Sudan derives almost exclusively from surface water resources, as groundwater is used in only very limited areas, and mainly for domestic water supply. There are large areas in Sudan where exploitation of groundwater has been hampered by cost, as the water table is very deep. Internally produced water resources are estimated at 35 km^3/year, global water resources at 154 km^3/year. Surface water is provided mainly by the Nile river. The main Nile is formed by the confluence of the Blue Nile (65%) and the White Nile (23%) in the capital Khartoum and receives, before flowing into Egypt, one more tributary, the Atbara river (12%). Both the Atbara and the Blue Nile rivers originate in the

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		436	mm/yr
		1 092.6	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		35.0	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1995	1 279	m^3/yr
Global renewable water resources		154	km^3/yr
Dependency ratio		77.3	%
Total dam capacity	1995	8.8	km^3
De-salinated water	1990	0.4	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1995	16 800	10^6 m^3/yr
- Domestic	1995	800	10^6 m^3/yr
- Industrial	1995	200	10^6 m^3/yr
Total		17 800	10^6 m^3/yr
per caput	1995	651	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		50.8	%
Other withdrawal	1995	200	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1990	4 842 600	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1995	1 900 000	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater		1995	4.0	%
% of area irrigated from surface water		1995	96.0	%
% of equipped area actually irrigated		1995	63	%
2. Spate irrigation area		1984	46 200	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1995**	**1 946 200**	**ha**
- as a percentage of cultivated area		1995	25.6	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area		1984	37.3	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1988	533 000	t
as a % of total grain production		1988	22	%
Harvested crops under irrigation		1988	940 422	ha
- cotton		1988	324 240	ha
sorghum		1988	298 620	ha
- wheat		1988	144 060	ha
- groundnut		1988	105 420	ha
- other		1988	68 082	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

TABLE 4
Elements in the water balance of Sudan

ELEMENTS	Average (km^3/yr)	80% reliable
1. Water resources potential:		
- Nationally generated surface water:		
- Nilotic	23	15
- Other	5	3
- Groundwater recharge	7	5
Total internal renewable water resources	35	23
Nilotic tributaries at border	117	102
Other international streams	2	1.7
Global renewable water resources	154	126.7
2. Currently available resources:		
Net available surface runoff after losses	86	70.9
Nile water[1]	20.6	-
Other regional streams	1.4	-
Internally produced surface runoff	0.7	-
Groundwater	0.7	-
Total currently available water resources	23.4	-

Note: (1) This figure takes into account the Sudano-Egyptian Treaty.

Ethiopian plateaus, while the White Nile originates from the Equatorial Lakes. Available average annual flow of the Nile is about 84 km^3 at Aswan at the Sudano-Egyptian border, of which more than 80% occurs between August and October. According to the Nile water agreement between Sudan and Egypt, the Sudan's share is 18.5 km^3/year, measured at Aswan, at the border with Egypt (20.6 km^2 at Semar, on the Blue Nile south of Khartoum). Apart from the Nile system, there are also the seasonal rivers of Gash and Baraka in eastern Sudan. During the rainy period of July-September, the water flow is very violent and drawn off into canals and spread over the land forming a very fertile delta area.

The water balance of Sudan is very complex, due in part to the extensive evaporation from the swamps, the best known being the Jonglei area on the White Nile. Furthermore, inter-annual variations in water resources greatly reduce the amount of water actually available for use. In Table 4, elements in the water balance of Sudan are presented, based on information from the Ministry of Irrigation and Water Resources, and including assessment of the 80%-reliable figures.

According to this water balance, total water lost by evaporation from swamps amounts to 68 km^3/year. It is calculated that the reclamation of part of the swamps could lead to an increase of 10 km^3/year in surface water resources.

There are four large dams, two on the Blue Nile, one on the Atbara river, and one on the White Nile. The original storage capacity of the first three reservoirs was 5.7 km^3 in total, but by 1990 had been reduced to 3.2 km^3 due to ongoing siltation processes. Apart from the Jebal Aulia dam on the White Nile, which serves mainly to regulate the Nile flow, the other dams serve both as flood control structures and for irrigation.

Total water withdrawal is estimated at 17.8 km^3 (1994) (Figure 1).

Copyrighted material

IRRIGATION DEVELOPMENT

Agriculture, and especially crop production, is the most significant element in Sudan's economy. Most of the cash crops are produced by irrigation, and irrigated agriculture produces about 50% of the total crop production. Sudan has an irrigation potential of about 4.8 million ha, while the total water managed area is around 1.95 million ha, or 26% of the cultivated area. However, the development of the additional 3 million ha is constrained both by limited storage capacity and shortage of water. Some 46 200 ha is under spate irrigation in the Gash and Tohar deltas; the rest are full or partial control irrigation schemes (Figure 2). All irrigation water comes from surface water.

Most schemes are large-scale schemes, which are managed by parastatal Agricultural Corporations (ACs), while small-scale schemes are owned and operated by individuals or cooperatives. The combined Gezira-Managil scheme constitutes probably the largest irrigation complex in the world (about 760 000 ha).

Although irrigated agriculture has been Sudan's greatest economic investment, returns have been much below potential. A study by the World Bank showed that, during the period 1976-1989, yields were low and extremely variable, and cultivated areas suffered gradual decline. Cropping intensity in the Gezira Scheme, dropped from 75% to 57%, as 126 000 ha were taken out of production due to siltation and mismanagement of the canals, leading to reduced availability of water. The new government in Sudan reports that since 1990 there has been considerable improvement in agricultural crop production and returns. Major irrigated crops are cash crops (cotton, groundnut, sugar), wheat and sorghum (Figure 3).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 17.8 km^3 in 1994)

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1990)

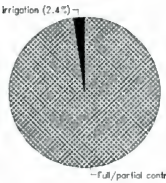
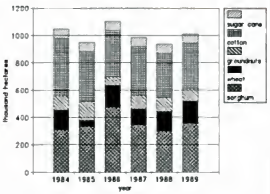


FIGURE 3
Major irrigated crops (1988)



Copyrighted material

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Since independence in 1956, Sudan has established a well developed institutional infrastructure in an attempt to make its irrigation sector more efficient. At the top, the National Nile Waters Commission determines the allocation of water to each province. The Ministry of Irrigation and Water Resources (MOI&WR) is responsible for delivery of irrigation water to the major canals and, jointly with the Agricultural Corporations (AC), for the operation of minor canals. MOI&WR is the sole authority for surface water resources assessment and development in Sudan, whereas the Groundwater Corporation has the same responsibility regarding subterranean water resources. The Hydraulic Research Station (HRS) of MOI&WR deals with the development of theoretical and applied research concerning surface water resources. Regarding domestic water supply, the responsibility for its management and development is divided between The Urban Waters Corporation and The Rural Waters Corporation.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Under the reforming policies of the post-1989 government in Sudan, development of irrigated agriculture has become a crucial element. There are ongoing studies for expansion and rehabilitation of irrigation projects. Also, the construction of new hydraulic structures, such as dams and major irrigation canals, are an essential part of the planned development. Important projects include the heightening of Roseires dam, the excavation of two major canals for water diversion from the Blue Nile, and the construction of Merawi dam in the northern part of the country. Further irrigation development is limited by the amount of water allocated by the Nile Water Agreement with Egypt.

Three major constraints to irrigation development in Sudan are that:

- the dual management of minor canals by ACs and MOI&WR has always adversely affected water delivery, which makes irrigation timing very variable;
- the ineffective process of annual removal of silt and weed from irrigation canals, which is the responsibility of parastatal monopolies, is causing continuous shrinkage of effective cultivable area; and
- continuous increase in the cost of development is aggravated by the continuous devaluation of the local currency.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Abdelsalam A. 1991. Sedimentation in Sudan Multipurpose Reservoirs. Internal Publ. Hydraulic Research Station-Sudan.

Copyrighted material

ICID. Unpublished. General comments on water resources and water use in Sudan [1995].

World Bank. 1990. Sudan – Reversing the Economic Decline. Country Economic Memorandum.

Copyrighted material

SWAZILAND

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Swaziland, located in southeastern Africa, is a landlocked country bordered by Mozambique to the east and the Republic of South Africa on all other sides. It has a total area of 17 364 km^2. Cultivated land is estimated at 191 500 ha, which is 11% of the total area.

The total population is 832 000 (1994), of which the rural population accounts for 74%. Annual demographic growth rate is estimated at 3.2%. The average population density is 48/km^2.

Agriculture contributes 13% to the GDP.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	1 736 400	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land	1990	191 500	ha
Total population	1994	832 000	inhab.
Population density	1994	48	inhab./km^2
Rural population	1990	74	%
Water supply coverage			
Urban population	1992	86	%
Rural population	1992	30	%

Climate and water resources

Average annual rainfall is 788 mm, but ranges from 500 mm in the eastern lowlands to 1 500 mm/year in the hilly, western, half of the country. Some 80% of the rain falls in the summer, from October to April.

Water resources are estimated at 4.5 km^3/year, 42% of which originates from South Africa. A 1981 study by the US Army Corps of Engineers estimated that full river development in South Africa (potentially 21 dams) would reduce the surface water resources in Swaziland to 3.9 km^3/year.

There are four main river systems.

- The Komati and the Lomati, in the north of the country, both originate in South Africa and flow out of Swaziland back into South Africa before entering Mozambique.
- The Mbuluzi rises in Swaziland and flows into Mozambique.
- The Usutu rises, together with a number of major tributaries, in South Africa and flows out of Swaziland into Mozambique.
- The Ngavuma lies in the south of the country. It rises in Swaziland and flows into South Africa before entering Mozambique.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Avarage pracipitation		778	mm/yr
		13.5	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		2.6	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	3 125	m^3/yr
Global renewable water resources		4.5	km^3/yr
Dependency ratio		42.2	%
Total dam capacity	1989	0.2	km^3
Da-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1980	629.8	10^6 m^3/yr
- Domastic	1980	10.5	10^6 m^3/yr
- Industrial	1980	15.7	10^6 m^3/yr
Total		656.0	10^6 m^3/yr
per caput	1980	1 161	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		25.2	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced	1991	12.6	10^6 m^3/yr
Traatad		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potantial		1987	90 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1990	67 400	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinklar irrigation			-	ha
- micro-irrigation		1994	25	ha
% of araa irrigatad from groundwater			-	%
% of area irrigated from surfaca water			-	%
% of equipped area actually irrigated		1990	100	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped watland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water meneged area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		1990	**67 400**	**ha**
- as a percantage of cultivated araa		1990	35.2	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Critaria			
Large schemes	> - ha	1990	66 400	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha	1980	1 000	ha
Total number of households in Irrigation		1993	5 929	
Irrigeted Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation(full or partial control)		1994	67 400	ha
- sugar cane		1994	52 000	ha
- pineappla		1994	7 000	ha
- citrus		1994	4 000	ha
- other		1994	4 400	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Araa salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

A Tripartite Permanent Technical Committee (TPTC) between Swaziland, South Africa and Mozambique addresses international water right issues.

No quantitative assessment of ground-water resources has yet been made, but potential groundwater is thought to be limited, due to the general absence of formations with intergranular porosity and permeability. Most of the 700 wells currently operated are located in basement complex. Yields are in general low: only 30% of the wells are rated more then 1 l/s, while only 5% are capable of producing more than 5 l/s.

Total water withdrawal was estimated at 0.66 km^3 in 1980 (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.66 km^3 in 1980)

IRRIGATION DEVELOPMENT

The potential for irrigation development, based on available land resources, is estimated at 200 000 ha. However, based on both water and land resources, the potential for irrigation development drops to 90 000 ha, which is 47% of the cultivated land.

There are two systems of land tenure in Swaziland which influence farming systems:

- traditional communal tenure under the chiefs operates throughout Swazi Nation Land (SNL), covering about 10 000 km^2; and
- private ownership and freehold tenure on Title Deed Land (TDL) on 7 500 km^2.

The irrigation sector in Swaziland consists mainly of large private farmers and internationally-owned enterprises. The total water managed area is estimated at 67 400 ha of full or partial control irrigation schemes. These schemes are of two types.

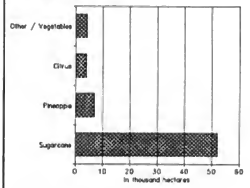
- *Micro- and small schemes* (1 000 ha in 1980). These communal, smallholder projects are characterized by individual family holdings of around 0.5 ha in schemes averaging 20 ha. The main crops are vegetables and maize. For most schemes, water is supplied from small dams and syphoned from the field canals into short furrows or basins.

  Recently, micro-irrigation schemes (0.5 ha each) have been introduced by the Swaziland Farmer Development Foundation (SFDF). The purpose of the schemes is the development of garden groups, usually consisting of women, to produce vegetables. SFDF provides capital and technical assistance, while the group should provide free labour for installation and contribute to the operating costs. After two years, the group becomes entirely responsible for the operation of the scheme. The most common source of supply is pumping water from a peren-nial stream to a reservoir, which then supplies the downstream fields through a buried PVC pipe system. Yields are 40 t/ha for cabbage and 30 t/ha for tomatoes.
- *Large schemes* (66 400 ha in 1990 according to a remote sensing study). On TDL, large-scale irrigated commercial farming covers about 62 000 ha. Furrow irrigation of sugar cane is the most practised system, followed by sprinkler and micro-irrigation of pineapple and citrus. In general, water is provided from reservoirs or river diversions. Large-scale irrigation accounts for 95% of total water withdrawal.

Copyrighted material

The main irrigated crop is sugar cane, followed by pineapple and grapefruit (Figure 2).

FIGURE 2
Irrigated crops (1994)



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Water Services Corporation is in charge of water supply. The Water Resources Branch of the Ministry of Natural Resources, Land Utilisation and Energy monitors the surface water resources and issues water abstraction rights. However, the actual withdrawal is not monitored.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

The irrigation potential in Swaziland is limited by availability of water resources. Increase in the irrigated area could be achieved through the construction of reservoirs. The planning of large schemes requires cooperation at river-basin level. Moreover, the local capacity to implement large-scale water development projects is limited.

A promising development option for irrigation are the recently introduced micro-schemes for vegetable cultivation. These schemes offer attractive returns to labour and capital. Expansion of the communal smallholder projects is a component of the proposed IFAD Smallholder Agricultural Development Project.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistical Office. 1990. *Annual statistical bulletin 1990.*

Central Statistical Office. 1994. Swaziland census of agriculture, Phase one: Complete coverage of rural areas. (Provisional tables)

Department of the Army, US Corps of Engineers. 1981. Swaziland: Water and related land resources framework plan.

FAO. 1994. Present land use map of Swaziland, scale 1:250 000. Field document of UNDP/FAO project SWA/89/001.

FAO. 1994. Water resources and irrigation. Project SWA/89/001.

UNDP. 1994. Swaziland, 1992-1993 report.

Water and Sewerage Board. 1992. Annual report 1990-91.

World Bank. 1987. Swaziland agricultural sector update.

World Bank/UNDP. 1990. Sub Saharan Africa Hydrological assessment. Country report: Swaziland.

Copyrighted material

TANZANIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

The United Republic of Tanzania is located on the southeastern coast of Africa and comprises the mainland and two islands (Zanzibar and Pemba). Its total area is about 945 090 km^2. The cultivable area is about 40 million ha, or 42% of the total land area. The cultivated area is 6.3 million ha, which is 7% of the total area and 16% of the cultivable area.

Total population is estimated to be about 29 million (1994), of which 22% is urban. Average population density is 31/km^2, but almost two-thirds of the people live in areas that together form only about 10% of the total area. Annual population growth is 3.0%.

The agricultural sector accounts for about 50% of the GDP, employs close to 90% of the labour force and generates more than 80% of export earnings.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1993	94 509 000	ha
Cultivable land	1993	40 000 000	ha
Cultivated land	1993	6 300 000	ha
Total population	1994	28 846 000	inhab.
Population density	1994	31	inhab./km^2
Rural population	1988	78	%
Water supply coverage			
Urban population	1991	65	%
Rural population	1991	65	%

Climate and water resources

Average precipitation is 937 mm per year, but 50% of the country receives less than 750 mm and 80% receives less than 1 000 mm. Rainy seasons on the coast are from March to May and from November to December. Total rainfall decreases from north to south. Around Lake Victoria it is well distributed throughout the year with a peak between March and May. In the south there is a dry season from May-June to September-October. The mean temperature is high, especially in the coastal area (30°C).

Tanzanian renewable water resources amount to about 80 km^3/year, of which 30 km^3 is groundwater. These water resources are grossly under-utilized, primarily because much of the unused land either does not have good soils or is distant to a source of water. Tanzania does not receive water from neighbouring countries, but shares three major lakes (Victoria, Tanganyika and Malawi) as well as the Rovuma River at the border with Mozambique.

Water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes was estimated to be 1.17 km^3 in 1994 (Figure 1).

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		937	mm/yr
		885.5	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		80	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	2 773	m^3/yr
Global renewable water resources		89	km^3/yr
Dependency ratio		10.1	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1994	1 040	10^6 m^3/yr
- Domestic	1970	101	10^6 m^3/yr
- Industrial	1970	24	10^6 m^3/yr
Total		1 165	10^6 m^3/yr
per caput	1994	40	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		1.5	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated wastewater		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1993	828 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1993	150 000	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1993**	**150 000**	**ha**
- as a percentage of cultivated area		1993	2.4	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> 400 ha	1993	30 000	ha
Medium schemes		1993	0	ha
Small schemes	< 400 ha	1993	120 000	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- rice		1993	-	ha
- sugar cane		1993	10 600	ha
- vegetables		1993	-	ha
- maize		1993	-	ha
-			-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 1.17 km³ in 1992)

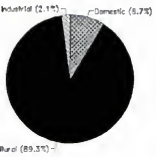
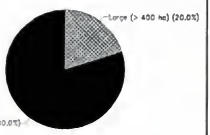


FIGURE 2
Types of full or partial control irrigation schemes (1993)



IRRIGATION DEVELOPMENT

The potential for irrigation development is estimated to be 828 000 ha based on soil and water availability – that is 2% of the cultivable area.

Exact figures about the total water managed area are not known. It is estimated to be somewhere between 120 000 and 200 000 ha (between 14 and 24% of the potential). Most of this is in traditional, small-holder schemes, with size estimates again ranging from 106 000 to 150 000 ha. Medium to large schemes make up the balance, ranging from 20 000 to 50 000 ha (Figure 2).

Almost all irrigation water on the mainland is surface water coming from rivers, streams and springs. In only a few cases, storage reservoirs have been constructed. Sprinkler irrigation is used on some large-scale projects, but it is rather expensive. In the semi-arid central lowlands, with annual rainfall below 500 mm, various forms of water harvesting, micro-catchments and other techniques are used to try to control and concentrate rainfall runoff.

The main crop in large scale irrigation projects is rice. Sugar cane occupies about 10 000 ha of the irrigated area. In small-scale projects, most of the irrigated area is occupied by rice. In some limited areas, maize is cultivated, and there are some trials with vegetables and horticulture under irrigation.

The cost of irrigation development varies according to the type. For large-scale projects, the cost varies between $US 10 000 and 15 000/ha. For small-scale development, figures between $US 6 000 and 15 000/ha are given.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

Institutions directly involved in water and irrigation development are:

- Ministry of Agriculture, Livestock Development and Cooperatives (MALDC), with the Irrigation Department, responsible for the development of irrigated agriculture;
- Ministry of Water, Energy and Minerals (MWEM), with its

Copyrighted material

- Water Division, responsible for design, construction, equipment, maintenance and operation of laboratories, water planning, water supply, water research, sewerage and sanitation; and the
- Central Water Board, which is the principal advisory body to the government on all matters relating to the utilization of water resources, including the appointment of national water supplies and the allocation of water rights. It also has the power to control and regulate water pollution;

- Ministry of Tourism, National Resources and Environment (MTNRE), with a
  - Fisheries Division, to advise the government and the local fisheries administrations on all fisheries matters and to regulate fishing; and
  - National Environment Management Council (NEMC), the advisory body to the government on environmental matters, particularly charged with the formulation of policy and legislation on environmental issues.

The present Water Law was enacted in 1974 and amended in 1981. Water Regulations adopted in 1975 have a broad scope of application, covering various aspects of utilization, management, conservation and administration of both surface and groundwater resources. Under the law, all land, whether occupied or unoccupied, belongs to the State. The president is empowered to grant rights of occupancy not exceeding 99 years.

The legislation does not explicitly consider water resources planning, construction, operation and maintenance of irrigation systems, or the management of wetlands.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

A National Irrigation Development Master Plan was prepared with the assistance of a UNDP/FAO project.

Until recently, the irrigation sector in Tanzania has been marked by poor performance – in terms of both implementation efficiency and scheme operation; high expenditure levels on unadapted schemes; and ineffective national coordination and planning. Recent policy changes, the new liberalized trading environment in Tanzania, and priorities for developing the irrigation subsector are starting to show an impact, mainly on smallholder irrigation. Furthermore, the recent redefinition of institutional responsibilities and a better-trained staff in the State Irrigation Services have resulted in a more efficient service to the irrigation subsector. It is expected that if the recently drafted National Irrigation Development Master Plan is approved, donors and Government initiatives will be coordinated into a general programme, and commercialization of specific activities of the State Irrigation Service will take place.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Bureau of Statistics, Dar-es-Salaam. 1993. Statistical Abstract 1991.

FAO. 1993. National Action Programme for the United Republic of Tanzania. FAO/IAP-WASAD. Rome.

FAO. 1993. Draft National Irrigation Development Plan. Report prepared under UNDP/FAO project URT/90/016.

Statistics Unit, Planning and Marketing Division. Various dates. Basic Data: Agricultural & Livestock Sector – Mainland 1986/87-1991/92

Copyrighted material

TCHAD

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Tchad est un pays enclavé au coeur de l'Afrique, d'une superficie d'environ 1,3 million de kilomètres carrés. La population totale est de 6 millions d'habitants environ en 1994, et la densité est de 4,8 hab./km^2, mais varie de 0,2 au nord à 9 hab./km^2 au sud.

La superficie cultivée est estimée à environ 2 millions d'hectares, soit 1,6% de la superficie totale du pays. L'agriculture contribue à concurrence de 44 à 50% du PIB selon les années et emploie plus de 85% de la population. En tenant compte des produits agro-alimentaires et du commerce des produits agricoles, le secteur rural représente près de 80% du PIB. Le taux de croissance démographique est estimé à 2,5%.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	128 400 000	ha
Superficie cultivable		-	ha
Superficie cultivée	1994	1 987 515	ha
Population totale	1994	6 183 000	hab.
Densité de population	1994	5	hab./km^2
Population rurale	1993	68	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1993	25	%
Population rurale	1993	25	%

Climat et ressources en eau

La pluviométrie moyenne sur le pays est évaluée à 348 mm/an. La forte variabilité géographique s'accompagne d'une forte variabilité interannuelle. Les sécheresses sont fréquentes et la superficie cultivée et la production agricole varient en suivant l'intensité de la pluviométrie. Ainsi, en 1987, année de sécheresse, la production totale de céréales n'était que de 608 000 t, contre 750 000 t environ en 1986 et 1993, et même plus de 960 000 t en 1992 et 1994. Les trois grandes zones agroclimatiques qui composent le pays sont:

- la zone soudanienne, caractérisée par une pluviométrie supérieure à 600 mm/an, couvrant 32 millions d'hectares au sud du pays, soit 25% de la superficie totale du pays; 47% environ de la population y vit;

- la zone sahélienne, où la pluviométrie est comprise entre 300 et 600 mm/an, couvrant environ 36 millions d'hectares au centre du pays, soit 28% de la superficie totale. La population de cette zone représente 51% de la population totale;

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		348	mm/an
		446,5	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		15,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitent	1994	2 426	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		43,0	km^3/an
Indice de dépendance		65,1	%
Capacité totale des barreges		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	147,6	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	28,8	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	3,6	10^6 m^3/an
Total		180,0	10^6 m^3/an
par habitant	1987	34	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		1,2	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1994	935 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1988	14 020	ha
- irrigation de surface		1988	10 820	ha
- irrigation par aspersion		1988	3 200	ha
- micro-irrigation		1988	0	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines			-	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface			-	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1988	92	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés			-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1988	21 400	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1988	78 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1988**	**113 420**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1988	5,7	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1988	5,3	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha	1988	9 250	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha	1988	4 770	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées			-	ha
-			-	ha
-			-	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée			-	ha
en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

- la zone saharienne, avec un pluviométrie annuelle inférieure à 300 mm, située au nord du pays. Elle couvre 60 millions d'hectares, soit 47% de la superficie totale du pays, avec seulement 2% de la population.

Les ressources en eau de surface sont de deux types:

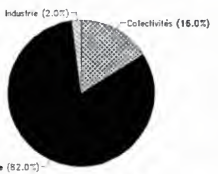
- les fleuves, avec le Chari et le Logone qui prennent leur source en République centrafricaine et au Cameroun, ainsi que le Mayo Kebi et le Batha, mais également de nombreux oueds intermittents. Le Logone et le Chari drainent le sud du pays et alimentent en eau le lac Tchad;

- le lac Tchad, à l'ouest, dans la zone sahélienne, ainsi que quelques lacs de moindre importance (lac Fitri, lac Léré).

Toutes ces ressources se caractérisent par l'irrégularité des disponibilités en eau, inhérente à la variabilité climatique. Au nord, dans la zone saharienne, les seules ressources sont les nappes fossiles. Les ressources en eau internes sont estimées à 15 km^3 par an. En incluant les apports provenant des pays voisins, les ressources en eau renouvelables s'élèvent à 43 km^3/an.

Le nombre de points d'eau modernes pour l'approvisionnement en eau des populations est de 4 895 forages et puits fonctionnels, avec une capacité globale de 25 millions de mètres cubes par an. De nombreux points d'eau traditionnels existent avec une durée possible d'utilisation le plus souvent réduite à six ou huit mois de l'année suivant les conditions pluviométriques.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,18 km^3 en 1987)



Le Tchad a signé avec le Cameroun un traité qui limite les prélèvements dans le système hydrographique commun (Logone et affluents) pour chacun des pays à 10 m^3/s en décembre et en mai et à 5 m^3/s de janvier à avril, ce qui limite l'irrigation de contre-saison à partir de l'eau de ces fleuves à l'équivalent de 3 000 ha de riziculture pour chacun des deux pays.

Les prélèvements en eau étaient estimés à 0,18 km^3 en 1989 (figure 1), dont 0,15 km^3 pour l'agriculture, ce qui ne concerne vraisemblablement que l'eau prélevée pour l'irrigation en maîtrise totale et partielle.

DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les estimations sur le potentiel d'irrigation conduites à partir des analyses de sol varient entre 1,2 et 5 millions d'hectares. Le Comité permanent inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) évalue la superficie irrigable à 335 000 ha en tenant compte des ressources en eau, dont 200 000 ha dans la zone sahélienne et 135 000 ha dans la zone soudanienne. D'autres estimations donnent des chiffres bien plus élevés. Ainsi, une étude de

Copyrighted material

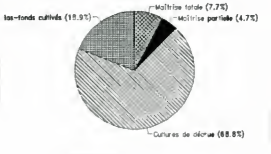
1976 montrait qu'après régularisation des écoulements par des barrages, 100 000 ha au Tchad (et 100 000 ha au Cameroun) pourraient être irrigués à partir du Logone et 400 000 ha à partir du Chari. A cela s'ajoutent 200 000 ha potentiellement irrigables à partir du lac Tchad. Ainsi, pour la seule zone soudanienne et les environs du lac Tchad, on arrive à un total de 700 000 ha. A ce dernier chiffre s'ajoutent le potentiel pour la zone sahélienne (135 000 ha) et le potentiel pour la zone saharienne. Bien qu'aucune quantification précise n'ait été faite, le chiffre de 100 000 ha pour l'irrigation de palmeraies dans la zone saharienne est souvent avancé. Le total pour le pays serait donc de 935 000 ha. Ce chiffre est cependant à considérer avec précaution car il ne tient compte ni de considérations environnementales, en particulier liées à la baisse du niveau du lac Tchad, qui n'autorisent pas un développement durable de l'irrigation sur toute la zone potentielle, ni de considérations liées au partage des ressources en eau entre les pays riverains du Logone et du lac Tchad.

Une première répartition des superficies avec contrôle de l'eau permet de distinguer:

- les surfaces équipées en maîtrise totale/partielle sous l'égide des organismes publics et parapublics depuis les années 1970 (9 250 ha), appelées *grande irrigation*;
- celles équipées en maîtrise totale par des organisations non gouvernementales (ONG) ou des communautés locales (730 ha au total), appelées *petite irrigation*;
- les surfaces bénéficiant d'un contrôle de l'eau plus traditionnel (bas-fonds, cultures de décrue et irrigation traditionnelle à partir de puits ou dans les oasis), qui sont généralement appelées *irrigation traditionnelle*. Ces superficies représentent 103 440 ha, mais elles peuvent varier fortement d'une année à l'autre car les superficies en cultures de décrue sont plus sensibles aux variations de la pluviométrie et du débit des rivières. De même, la superficie mise en culture dans les bas-fonds est fonction du niveau de la pluviométrie.

Une autre répartition, réalisée en 1989 et fondée sur le degré de maîtrise de l'eau, la méthode d'irrigation et les cultures dominantes, est présentée dans le tableau 4. Les systèmes équipés en maîtrise totale/partielle restent limités (14 020 ha), et ce sont les systèmes de décrue (78 000 ha) et la riziculture de bas-fonds (21 000 ha) qui sont prédominants au Tchad (figure 2). Environ 9 250 ha des périmètres équipés en maîtrise totale/partielle sont considérés comme des grands périmètres et 4 770 ha comme des petits périmètres (petit et/ou traditionnel) (figure 3).

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1988)



Depuis 1989, les superficies équipées pour l'irrigation par pompage pour le compte des ONG ont fortement augmenté pour atteindre 990 ha en 1993, que ce soit pour le riz, le maraîchage ou les céréales. De même, les deux polders avec pompage avaient en 1994 une superficie de 450 ha équipés, contre seulement 250 ha en 1989. La superficie réellement irriguée sur ces polders en 1994 était de 372 ha, soit 83% du total équipé.

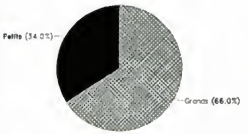
Copyrighted material

TABLEAU 4

Répartition des superficies avec contrôle de l'eau	Méthode d'irrigation	Culture principale	Dénomination la plus courante	Superficie avec contrôle de l'eau (ha)	en %
Maîtrise totale	Pompage (Parapublic)	Riz	Grande	500	
	Pompage (ONG)	Riz	Petite	230	
	Pompage (ONG, Parapublic)	Maraîchage, céréales	Petite	500	
	Polder avec pompage	Maraîchage, céréales	Grande	250	
	Pivot	Sucre	Grande	3 200	
	Pompage et gravitaire	Céréales, dattiers	Traditionnelle	2 000	
	Chadouf	Maraîchage, arbres fruitiers	Traditionnelle	2 040	
			Total partiel	*8 720*	*7*
Maîtrise partielle	Gravitaire	Riz	Grande	1 900	
	Aménagements sommaires	Riz	Grande	3 400	
			Total partiel	*5 300*	*4*
Cultures de décrue	Décrue	Sorgho "berbéré", tomates	Traditionnelle	70 000	
	Décrue + assèchements progressifs	Céréales	Traditionnelle	8 000	
			Total partiel	*78 000*	*70*
Bas-fonds	Aménagements sommaires	Riz	Traditionnelle	21 400	*19*
			TOTAL	*113 420*	*100*

Pour les superficies rizicoles équipées en maîtrise totale de l'eau, la double culture est possible mais elle n'est pratiquée que sur 28% des surfaces. Le rendement actuel de paddy peut y atteindre 4,5 t/ha par saison avec fumure minérale (ou même plus de 6 t/ha dans certains périmètres comme ceux de Mara, Sagour, Midékhine), contre 2,5 à 3 t/ha sur un cycle avec engrais dans les superficies en maîtrise partielle avec irrigation gravitaire, et de 1,3 à 2 t/ha sur un cycle sans engrais dans les zones à aménagements sommaires et les bas-fonds durant les années favorables, sinon, 0,5 à 0,8 t/ha.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1988)



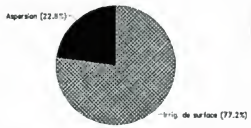
Les superficies en pompage pour le maraîchage et les arbres fruitiers ne sont que de 200 ha car à l'origine, elles avaient été équipées pour le riz et seule une partie de ces aménagements (environ 40%) a été récupérée par les agriculteurs. Sur le périmètre sucrier (3 300 ha), l'irrigation par aspersion est pratiquée (figure 4).

Les superficies irriguées à partir de puits où l'eau est remontée à l'aide de *chadoufs* (systèmes d'exhaure) ou de calebasses s'élèvent à plus de 2 000 ha. Cette irrigation

Copyrighted material

traditionnelle à partir d'une nappe peu profonde est surtout pratiquée dans la zone saharienne ou la zone sahélienne.

FIGURE 4
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1988)



ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

La Direction des ressources en eau du Ministère des mines et de l'énergie est responsable de la gestion et de l'exploitation des ressources en eau. La Direction de l'hydraulique et de l'assainissement (DHA) est chargée, avec ses services régionaux, du suivi des points d'eau permanents.

Les institutions qui sont concernées par l'irrigation sont les suivantes:

- Des services publics et parapublics à compétence étendue:

  - le Bureau interministériel d'études et de programmation (BIEP), placé sous la tutelle du Ministère de l'agriculture et de l'environnement, est chargé d'harmoniser les politiques de développement rural des départements ministériels;

  - le Département du génie rural et de l'hydraulique agricole (DGRHA) du Ministère de l'agriculture et de l'environnement est responsable du développement de l'irrigation, y compris la construction de périmètres à petite échelle, de barrages, de digues et l'installation de pompes;

  - le Département de la production du Ministère de l'agriculture et de l'environnement gère les périmètres A et B de Bongor, tandis que le périmètre C est placé sous la tutelle directe de la Présidence;

  - l'Office national de développement rural (ONDR) est l'organisme parapublic d'exécution des programmes de développement agricole. Il est en particulier chargé de la vulgarisation, de l'approvisionnement en facteurs de production et de l'octroi de crédits aux agriculteurs situés hors des périmètres parapublics;

  - l'Office national de développement de l'horticulture (ONADEH) est chargé de développer les cultures horticoles et fruitières sur un certain nombre de petits périmètres.

- Des sociétés chargées de la gestion de certains périmètres comme:

  - l'Office de mise en valeur de la plaine de Satégui-Daressia (OMVSD);
  - la Société de développement du lac Tchad (SODELAC);
  - la Société nationale du sucre (SONASUT).

Le Ministère de l'élevage et de l'hydraulique pastorale gère les projets d'approvisionnement en eau des troupeaux.

Copyrighted material

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La politique de développement de l'irrigation dans les années 70 était fondée sur un objectif de sécurité alimentaire, avec de grands périmètres, mais de nombreuses surfaces équipées pour une irrigation en maîtrise totale se sont dégradées et nécessitaient une réhabilitation qui a commencé au début des années 1990. L'accent a été mis sur le développement de l'irrigation sur des petits périmètres irrigués, avec une implication plus importante des agriculteurs. Dans la zone sahélienne, de nombreuses recherches ont été menées pour diminuer la pénibilité du travail et augmenter la productivité des puits traditionnels.

La surface du lac Tchad qui était de 25 000 km^2 en 1965 est tombée à 1 500 km^2 en fin de saison sèche, lorsque les conditions climatiques se sont dégradées. L'altitude de la surface du lac aurait dans le même temps baissé de plus de 6 m. Des études scientifiques récentes ont montré que l'irrigation de 220 000 ha autour du lac Tchad dans les différents pays riverains, telle qu'elle est projetée pour l'an 2000 par les différents gouvernements riverains (dont 45 000 au Tchad), ferait baisser le niveau du lac de plus de 1 m en année de faible crue, ce qui poserait des problèmes pour le fonctionnement des périmètres d'irrigation, mais aussi de salinisation des terres, d'approvisionnement en eau potable et de maintien de l'écosystème.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Commission du bassin du lac Tchad. 1993. Programme d'action, Bassin du lac Tchad.

FAO, Centre d'investissement. 1989. Irrigation subsector review.

FAO. 1994. Tchad, Rapport d'identification, Rapport 14/94 ADB - CHD 17

Ministère de l'agriculture et de l'environnement. 1993. Consultation sectorielle sur le développement rural, la sécurité alimentaire et les ressources hydrauliques.

Copyrighted material

TOGO

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Togo, situé en Afrique de l'Ouest, en bordure du golfe de Guinée, a une superficie de 56 785 km^2. La superficie cultivable est évaluée à 3,4 millions d'hectares, soit 60% de la superficie totale. La superficie cultivée est évaluée à 1,4 millions d'hectares, soit 41% de la superficie cultivable et 25% de la superficie totale du pays.

En 1994, la population était d'environ 4 millions d'habitants, soit une densité moyenne de 71 hab./km^2. Cette densité est variable d'une région à l'autre: 38% de la population sont concentrés dans la région maritime où la densité atteint 170 hab./km^2 contre 20 hab./km^2 dans les zones les moins peuplées. Le taux de croissance démographique est estimé à 3,1% par an.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	5 678 500	ha
Superficie cultivable	1994	3 407 000	ha
Superficie cultivée	1994	1 431 000	ha
Population totale	1994	4 010 000	hab.
Densité de population	1994	71	hab./km^2
Population rurale	1991	54	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	72	%
Population rurale	1990	56	%

La population est rurale à 74% et 70% de la population active est employée dans le secteur agricole. La part du secteur agricole dans le PIB est actuellement de 34% contre 46% en 1965. Les exportations de produits agricoles (café, coton, etc.) représentent plus de 20% du total des exportations.

Climat et ressources en eau

La pluviométrie moyenne est de 1 214 mm, mais elle varie fortement selon les régions. On distingue en effet trois grands zones climatiques au Togo:

- une zone subéquatoriale au sud où les précipitations moyennes sont de 900 à 1 200 mm/an, réparties en deux saisons (mars-juillet et septembre-novembre), et où la température moyenne oscille entre 24° et 30°C;

- une zone guinéo-soudanienne au centre, avec une pluviométrie moyenne de 1 400 mm/an, voire 1 600 mm/an dans les zones montagneuses de l'ouest, et des moyennes de température comprises entre 20° et 33°C;

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 214	mm/an
		68,9	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		11,5	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	2 868	m^3/hab/an
Ressources en eau renouvelables globales		12,0	km^3/an
Indice de dépendance		4,2	%
Capacité totale des barrages	1994	1,5	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1987	23	10^6 m^3/an
- Collectivités	1987	56	10^6 m^3/an
- Industrie	1987	12	10^6 m^3/an
Total		91	10^6 m^3/an
par habitant	1987	28	m^3/hab/an
en % des ressources renouvelables internes		0,8	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1990	180 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1990	2 008	ha
- irrigation de surface		1990	1 448	ha
- irrigation par aspersion		1990	550	ha
- micro-irrigation		1990	10	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1990	1,9	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1990	98,1	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1990	100	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1987	5 000	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1990**	**7 008**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1990	0,5	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage			-	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> 500 ha	1990	900	ha
Périmètres moyens		1990	772	ha
Petits périmètres	< 100 ha	1990	336	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées (maîtrise totale/partielle)		1990	2 008	ha
- canne à sucre		1990	900	ha
- riz et maraîchage		1990	553	ha
- fruitiers		1990	470	ha
- autres		1990	85	ha
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée				ha
en % de la superficie cultivée				%
Superficie protégée contre les inondations				ha
Superficie salinisée par l'irrigation				ha

Copyrighted material

- une zone soudanienne de type semi-aride au nord, avec une pluviométrie moyenne de 110 à 900 mm/an répartie sur une seule saison des pluies (mai-octobre), et de fortes amplitudes thermiques (18°-38°C).

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 11,5 km^3/an. Le volume d'eau souterraine renouvelable est de l'ordre de 5,7 km^3/an. Le système hydrographique est constitué de trois bassins à savoir:

- le bassin de la Volta qui draine les principaux fleuves (Oti, Kara, Mô) vers le nord-ouest;
- le bassin du Mono qui draine les principaux fleuves (Mono, Anié, Amou) vers le sud-est;
- le bassin du lac Togo avec les principaux fleuves que sont le Sio et l'Haho.

Les prélèvements en eau s'élevaient à 91 millions de mètres cubes en 1987 (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,091 km^3 en 1987)

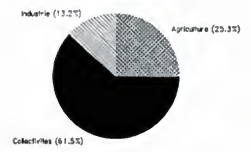
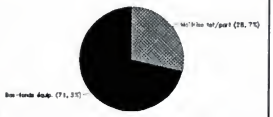


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1990)

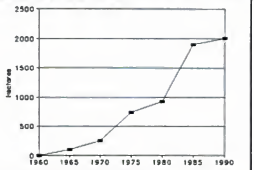


DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Les potentialités des terres ayant une aptitude à l'irrigation en maîtrise totale sont estimées à 86 000 ha en tenant compte des ressources en eau mobilisables. Plus de 60 000 ha ont déjà été identifiés pour des projets de développement de l'irrigation. D'autres estimations font état d'un potentiel de développement des bas-fonds de 100 000 à 180 000 ha, mais il se pourrait qu'une partie de ces surfaces soient prises en compte dans le chiffre de 86 000 ha.

La superficie avec contrôle de l'eau est évaluée à 7 008 ha (figure 2).

FIGURE 3
Evolution de la superficie irriguée en maîtrise partielle/totale (1960-1990)



La superficie irriguée en maîtrise totale et partielle s'élève à 2 008 ha, résultat d'une politique d'équipement qui a commencé en 1960 (figure 3). L'irrigation de surface y est largement majoritaire (figure 4). La plupart des périmètres sont irrigués à partir des eaux de surface (figure 5). Le plus grand périmètre est celui de l'Anié, situé aux environs d'Alakpamé dans la province des plateaux, géré par l'assistance chinoise, où 900 ha de canne à sucre sont mis en culture (figure 6). Plus de 1 000 ha de périmètres en maîtrise totale et

Copyrighted material

FIGURE 4
Techniques d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1990)

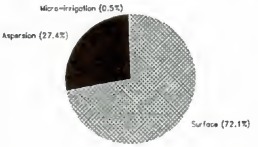


FIGURE 5
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1990)

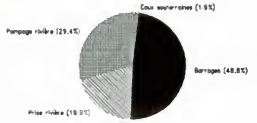


FIGURE 6
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1990)

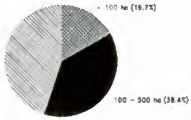
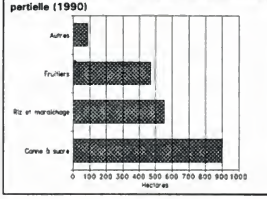


FIGURE 7
Superficies irriguées par culture, maîtrise totale/partielle (1990)



partielle sont aujourd'hui mal exploités ou sous-exploités, parfois même en voie d'abandon. Seul le périmètre sucrier d'Anié connaît une exploitation rationnelle. Les principales cultures irriguées sont, outre la canne à sucre, le riz, les arbres fruitiers et le maraîchage (figure 7). Les coûts de développement d'un petit ou d'un périmètre moyen sont estimés à 6 000 $EU/ha pour un petit périmètre et environ 10 000 $EU/ha pour un périmètre moyen. Le coût de réhabilitation d'un grand périmètre est estimé à 6 000 $EU/ha en 1994. Les coûts d'entretien et de maintenance s'échelonnent entre 600 et 1 000 $EU/ha par an.

La superficie des bas-fonds équipés était évaluée à 5 000 ha en 1987. Ces bas-fonds sont principalement cultivés en riz et en maraîchage.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Les principales institutions impliquées dans le secteur de l'eau sont les suivantes:

- le Ministère du développement rural, de l'environnement et du tourisme, avec:
  - la Direction de l'aménagement et de l'équipement rural (DAER) chargée de la conception, de la réalisation ou de la supervision des travaux en matière d'aménagements hydro-agricoles, pastoraux et sylvicoles;

Copyrighted material

- la Direction nationale de la météorologie (DNM);
- la Direction de l'élevage et des pêches (DEP) qui s'occupe de l'exploitation des infrastructures hydrauliques à des fins d'élevage et de pêche;
- les Directions régionales du développement rural (DRDR) qui sont les maîtres d'ouvrages délégués chargés de l'organisation, de l'exploitation et de la gestion des infrastructures hydro-agricoles dans les différentes régions du Togo.

- le Ministère des mines, de l'énergie et des ressources hydrauliques, avec:
  - la Direction de l'hydraulique et de l'énergie (DHE) à qui revient l'inventaire et le contrôle de l'utilisation des ressources en eau;
  - la Direction des mines et de la géologie chargée du recueil des informations sur les ressources en eau souterraine en vue de leur évaluation et utilisation rationnelle.
- le Ministère de la santé, de la population et de la solidarité, avec:
  - la Division de la salubrité publique et du génie sanitaire (ex-Service d'assainissement) responsable des problèmes de génie sanitaire et d'assainissement, ainsi que la police d'hygiène alimentaire publique.

Il n'existe pas au Togo de code de l'eau. Cependant, en 1990, le Comité national de l'eau (CNE) dont le Secrétariat est assuré par la DHE a commencé à élaborer un code de l'eau avec l'appui du Comité inter-Etats d'études hydrauliques (CIEH). Une réforme agro-foncière a été adoptée en 1975. Mais les textes régissant la législation agro-foncière ne sont toujours pas opérationnels.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

Si le développement de l'irrigation au Togo a permis la création de plus de 2 000 ha irrigués en maîtrise totale et partielle depuis 1960, les problèmes de gestion ont conduit à un quasi-abandon de la moitié de cette surface au cours des dernières années. Par ailleurs, l'identification d'un potentiel important pour la création de périmètres irrigués n'a cependant pas encore débouché sur une telle création.

Actuellement, l'irrigation n'est pas une priorité au Togo et l'absence d'une politique en faveur de son développement, conjuguée aux coûts élevés de l'aménagement, n'incite pas à la construction de nouveaux périmètres. La réhabilitation des périmètres existants, au coût moins élevé, pourrait constituer la première étape d'une redynamisation du secteur de l'irrigation.

Un inventaire des bas-fonds cultivés existants est actuellement en cours et devrait permettre d'affiner l'estimation de 1987 de 5 000 ha de bas-fonds équipés et cultivés. La possibilité d'équiper ou de réhabiliter certains d'entre eux pour la sécurisation de la production alimentaire pourra alors être envisagée. L'aménagement des bas-fonds constitue en effet une priorité du Gouvernement selon la Lettre de politique de développement agricole de 1992.

Copyrighted material

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Direction générale du plan et du développement. 1982. Atlas d'aménagement du Togo.

GERSAR - IGIP - SOTED. 1985. Schéma directeur d'aménagement des eaux du Togo.

Laboratoire central d'hydraulique de France. 1982. Atlas des besoins et des ressources en eau. Stratégie d'aménagement des ressources en eaux du Togo.

ORSTOM & Division de l'hydrologie du Ministère de l'équipement. 1988. Annales hydrologiques du Togo.

SARTORY - DDR - DPP. 1992. Analyse de la revue du secteur rural 1985-90.

SCET Tunisie & SOTED Lomé. 1993. Réhabilitation et développement des périmètres irrigués au Togo.

Copyrighted material

TUNISIE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

La Tunisie, située au nord de l'Afrique en bordure de la mer Méditerranée, a une superficie totale de 163 610 km^2, dont 11 160 km^2 de lacs et de chotts. La superficie cultivable s'élève à 8,7 millions d'hectares, soit environ la moitié de la superficie totale. La superficie cultivée était de près 4 millions d'hectares en 1991, soit 46% de la superficie cultivable et 24% de la superficie totale.

La population était estimée à 8,7 millions d'habitants en 1994, soit une densité moyenne de 53 hab./km^2. La croissance démographique annuelle est inférieure à 2%. La plupart des villes et l'essentiel de la population se trouvent dans les zones côtières du nord et du centre. La population rurale, qui vit principalement dans 4 500 villages, ne représente plus que 40% de la population environ contre 60% il y a 25 ans.

L'agriculture concerne 26% des emplois totaux et compte 380 000 exploitations ayant une superficie moyenne de 14 ha. Durant la période 1989-93, le PIB a augmenté de 5% par an environ. L'importance du secteur agricole dans l'économie a diminué de 1960 à 1991, la part de l'agriculture dans le PIB passant de 24 à 18%.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	16 361 000	ha
Superficie cultivable	1991	8 700 000	ha
Superficie cultivée	1991	3 961 000	ha
Population totale	1994	8 733 000	hab.
Densité de population	1994	53	hab./km^2
Population rurale	1990	40	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1992	91	%
Population rurale	1992	65	%

Climat et ressources en eau

Le pays peut être subdivisé en quatre zones:

- au nord-ouest, la zone montagneuse (altitude maximale 1 200 m) du Haut Tell et de la dorsale tunisienne;
- sur toute la façade orientale, les larges plaines côtières;
- au centre-ouest méridonal, les hautes steppes semi-arides;
- au sud, au delà de Gabès, la zone aride du Sahara.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		207	mm/an
		34,0	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		3,5	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	401	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		3,9	km^3/an
Indice de dépendance		10,3	%
Capacité totale des barrages	1991	1,5	km^3
Eau désalinisée	1990	8,3	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1990	2 727,5	10^6 m^3/an
- Collectivités	1990	261,4	10^6 m^3/an
- Industrie	1990	86,1	10^6 m^3/an
Total		3 075,0	10^6 m^3/an
par habitant	1990	382	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		87,8	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement	1993	96	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées	1993	18	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation	1991	563 000	ha
Irrigation:			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1991	355 000	ha
- irrigation de surface	1991	294 000	ha
- irrigation par aspersion	1991	55 000	ha
- micro-irrigation	1991	6 000	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines	1991	61	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface	1991	39	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée	1991	91	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues	1991	30 000	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		-	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)	**1991**	**385 000**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée	1991	9,7	%
- Augmentation sur les 10 dernières années		-	%
- Partie irriguée par pompage	1991	85,8	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle: Critère			
Grands périmètres > - ha		-	ha
Périmètres moyens		-	ha
Petits périmètres < - ha		-	ha
Nombre total de ménages	1991	141 000	
Cultures irriguées:			
Production totale de céréales irriguées	1991	8 250	t
en % de la production totale de céréales	1991	3,5	%
Cultures irriguées	1992	308 000	ha
- fruitiers et vignes	1992	112 000	ha
- légumes	1992	108 000	ha
- blé	1992	33 000	ha
- oléagineux	1992	18 000	ha
- autres	1992	37 000	ha
Drainage - Environnement:			
Superficie drainée	1991	162 000	ha
en % de la superficie cultivée	1991	4,1	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha

Copyrighted material

La pluviométrie moyenne est estimée à environ 207 mm/an, mais presque la moitié du pays reçoit moins de 100 mm/an. Seul l'extrême nord se singularise par une pluviométrie de 1 500 mm/an environ, avec un climat de type méditerranéen. Les quatre cinquièmes de la pluviométrie tombent entre octobre et mars.

Le réseau hydrographique est particulièrement dense au nord où l'oued Medjerda est le fleuve le plus important. C'est dans cette zone que les principaux aménagements pour l'irrigation et pour la lutte contre les inondations ont été réalisés.

Les ressources en eau potentielles renouvelables sont estimées globalement à 3,9 km^3, auxquelles on peut ajouter 630 millions de mètres cubes de ressources fossiles exploitables annuellement.

Les ressources potentielles en eau de surface sont estimées globalement à 2,6 km^3/an, dont 1,5 km^3 sont actuellement exploitables grâce à des réservoirs. Il sera possible dans le futur de mettre en valeur un complément de 0,6 km^3, mais le reste (soit 0,5 km^3) ne pourrait être valorisé que par des travaux étendus de conservation des eaux et par des systèmes de recharge des nappes souterraines.

Les ressources potentielles en eaux souterraines internes sont estimées à 1,2 km^3/an. On distingue deux catégories en fonction de la profondeur de la nappe:

- jusqu'à 50 m, les eaux sont définies comme "phréatiques" et peuvent être utilisées pour l'exploitation privée (avec cependant quelques restrictions). Le potentiel est estimé à 669 millions de mètres cubes par an;
- au-delà de 50 m, les eaux souterraines sont réservées à l'exploitation publique. Le potentiel est estimé à 1 170 millions de mètres cubes par an dont 630 provenant des nappes fossiles.

L'emploi des eaux usées traitées a été pris en considération depuis les 20 dernières années. Le potentiel actuellement estimé à 0,096 km^3 devrait atteindre 0,2 km^3 en l'an 2000.

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 3,1 km^3 en 1990)

La mobilisation des ressources en eau se fait, en l'état actuel, grâce à 18 grands barrages (volume supérieur à 10 millions de mètres cubes, 22 barrages collinaires, 1 830 forages et 83 000 puits de surface.

Les prélèvements totaux en eau sont estimés à 3,1 km^3/an (figure 1). Cependant, les prélèvements en eau dépendent fortement de l'ampleur et de la distribution des précipitations, en particulier les prélèvements pour l'irrigation qui varient en fonction des pluies et en fonction de l'étendue des terres réellement irriguées dans les réseaux publics d'irrigation. En définitive, si environ 3,1 km^3 sont annuellement mobilisés, seuls 1,9 km^3 sont effectivement utilisés.

Copyrighted material

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1991)

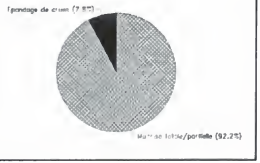
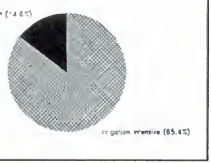


FIGURE 3
Situation de l'irrigation sur les périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle (1991)



En 1992, la population rurale ayant accès à une source d'eau potable saine à une distance inférieure à 3 km était de 65%, tandis que 91% de la population urbaine bénéficiait d'un branchement individuel au réseau de distribution d'eau potable.

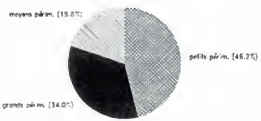
DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel d'irrigation est estimé à 563 000 ha en fonction des ressources en eau. Ce chiffre peut être divisé en 402 000 ha pour des périmètres en maîtrise totale et partielle et 161 000 ha pour l'irrigation de complément et les épandages de crue.

La superficie totale avec contrôle de l'eau était estimée à 385 000 ha en 1991, incluant 355 000 ha équipés pour une maîtrise partielle et totale et 30 000 ha d'irrigation par épandage de crue (figure 2). Le taux de croissance moyen annuel des superficies aménagées pour l'irrigation est de 2%: à ce rythme, le potentiel d'irrigation serait complètement valorisé en 2010.

La superficie équipée pour l'irrigation en maîtrise totale et partielle peut être divisée en 52 000 ha d'irrigation de complément et 303 000 ha d'irrigation dite "intensive" (figure 3). L'irrigation de complément est en majorité l'irrigation de surface, éventuellement par aspersion, sur les céréales en cas de déficit pluviométrique sévère, et sur les arbres fruitiers pendant les premières années de leur développement. L'irrigation intensive, 303 000 ha, peut elle-même être divisée (figure 4) en:

FIGURE 4
Typologies des périmètres irrigués intensifs (1991)



- 140 000 ha équipés sur des petits périmètres constitués à titre individuel par les agriculteurs (70 000 ménages concernés) grâce à des investissements privés, à partir de puits de surface ou par pompage dans les oueds;

- 163 000 ha équipés sur des périmètres à réseau d'irrigation collectif, à partir de forages profonds pour des périmètres moyens (60 000 ha; 47 000 ménages concernés) et à partir

Copyrighted material

FIGURE 5
Types de conduites et canaux dans les périmètres intensifs à réseau d'irrigation collectif (1991)

FIGURE 6
Techniques d'irrigation, périmètres intensifs (1991)

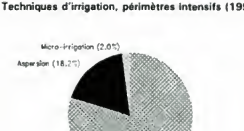


FIGURE 7
Origine de l'eau d'irrigation, périmètres intensifs (1991)

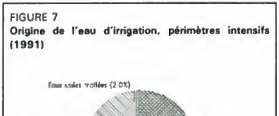
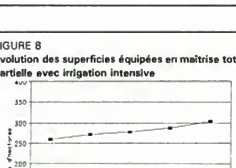


FIGURE 8
Evolution des superficies équipées en maîtrise totale/partielle avec irrigation intensive



des retenues de barrages pour les grands périmètres (103 000 ha; 24 000 ménages concernés). Ces périmètres ont été réalisés au moyen d'investissements publics.

Les réseaux collectifs sont généralement modernes et étanches: réseaux en canaux préfabriqués ou en conduites basse pression pour l'irrigation de surface, et réseaux en conduites sous pression pour l'irrigation par aspersion (figure 5). L'irrigation de surface reste prédominante (figure 6).

L'utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation concerne actuellement près de 6 000 ha, les autres sources d'eau étant les barrages, les oueds ou les eaux souterraines (figure 7).

La superficie réellement irriguée est de 270 000 ha, soit un taux d'utilisation de ces périmètres de 89%.

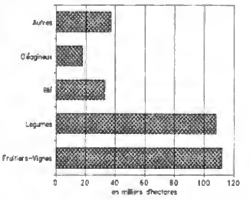
L'évolution des superficies équipées en maîtrise totale et partielle pour une irrigation intensive est présentée à la figure 8.

Les périmètres irrigués en maîtrise totale et partielle sont consacrés essentiellement à l'arboriculture fruitière (dattiers, orangers, vignes, etc.) et aux cultures maraîchères (tomates, melons, pastèques, pommes de terre, etc.) pour 70% de la superficie réellement irriguée.

Copyrighted material

Cependant, l'encouragement gouvernemental accordé à l'élevage laitier a entraîné une évolution récente de l'irrigation vers les céréales et les cultures fourragères. La production du secteur irrigué est estimée à 30-35% (en valeur) de la production agricole totale du pays. En 1992, la superficie réellement irriguée et récoltée était de 308 000 ha, soit 80% du total de 385 000 ha (figure 9).

FIGURE 9
Superficies irriguées par culture (1992)



Les coûts d'aménagement des périmètres publics se situent entre 6 000 et 7 000 $EU/ha selon la taille des périmètres. Le coût d'exploitation et de maintenance annuel atteint environ 130 $EU/ha, dont 25 à 30% sont consacrés à l'énergie.

La gestion des périmètres publics d'irrigation est assurée directement par l'Administration pour les grands périmètres et par des associations d'usagers (Associations d'intérêt collectif (AIC)) pour les périmètres moyens. Les services de l'Administration ou les AIC sont chargés de l'exploitation et de la maintenance des réseaux d'irrigation, ainsi que de la distribution de l'eau aux agriculteurs moyennant une redevance payée au volume. L'eau d'irrigation reste cependant subventionnée par l'Etat à un taux moyen de 20 à 30% de son coût réel d'exploitation.

Les eaux d'irrigation sont relativement salées (1,5 à 4 g/l), mais le degré de salinisation des sols irrigués n'atteint pas un degré alarmant du fait de l'intensification encore réduite des périmètres. Un suivi de la salinité est établi sur tous les périmètres à fort risque de salinisation.

Le drainage souterrain reste peu développé (environ 162 000 ha) et ne concerne que les terres souffrant d'une nappe phréatique de faible profondeur (périmètres du nord). Seuls 3% des terres drainées le sont par pompage.

ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Le Ministère de l'agriculture est l'opérateur principal dans le domaine de l'eau. Les principales Directions générales qui s'occupent de l'eau sont:

- la Direction générale des ressources en eau (DGRE), qui s'occupe du suivi et de l'évaluation des ressources en eau;

- la Direction générale des grands travaux hydrauliques (DGGTH), dont la principale activité est la construction des grands barrages;

- la Direction générale des études et travaux hydrauliques (DGETH), dont les principales activités sont les études générales hydrauliques, la construction des barrages collinaires et des grands périmètres irrigués, et la gestion des barrages;

Copyrighted material

- la Direction générale du génie rural (DGGR), qui est responsable de l'irrigation, de l'équipement rural et de l'approvisionnement en eau potable des populations rurales.

Les Commissariats régionaux de développement agricole (CRDA), qui sont rattachés au Ministère de l'agriculture, sont des organismes responsables à l'échelle régionale des travaux d'aménagement des périmètres publics irrigués. La gestion de ces périmètres est partagée entre les CRDA et les AIC.

Le Code des eaux, promulgué en 1975, constitue le texte législatif de base qui régit toute intervention dans le domaine de l'eau.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

La stratégie de mobilisation des ressources adoptée en 1990 vise à l'horizon 2010 la mise en valeur de 90% des ressources de surface et 100% des ressources souterraines, ce qui se traduira par la réalisation de 21 barrages, 235 barrages collinaires et 610 barrages profonds supplémentaires.

A cette meilleure maîtrise des ressources en eau est associée une politique de mise en valeur des superficies irriguées. Les objectifs actuels du pays sont d'encourager l'adoption de techniques économes en eau, de favoriser la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation après traitement, d'étendre les superficies aménagées pour l'irrigation, et de mettre en place les actions d'accompagnement nécessaires au développement agricole et à la meilleure mise en valeur des périmètres irrigués.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Agrar, Coyne et Bellier, GKW, Ministère de l'agriculture. 1992. Economie d'eau 2000.

Direction générale des ressources en eau, Ministère de l'agriculture. 1991. Commission de réflexion sur le développement des ressources en eau de surface.

Direction générale du génie rural, Ministère de l'agriculture. 1992. Rapport du Comité Irrigation - VIII Plan.

Direction générale du génie rural, Ministère de l'agriculture. 1994. La gestion de l'eau en Tunisie.

Direction générale du génie rural, Ministère de l'agriculture. 1994. Tarification de l'eau d'irrigation 1992 et 1993.

GERSAR et SOTUETEC. 1987. Gestion et entretien des périmètres irrigués.

Hamza, M. & Khanfir, R. 1992. Evolution du potentiel et de l'exploitation des ressources en eaux souterraines.

Ministère de l'agriculture. 1992. Annuaire des statistiques agricoles.

Copyrighted material

Ministère de l'agriculture. 1993. Résultats de l'enquête-suivi de la campagne agricole 1992/93.

Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire. 1992. Rapport national du CNUCED.

Mtimet, A. 1993. Connaitre les sols pour mieux les protéger.

Office national de l'assainissement. 1994. Rapport d'activités 1993.

SONEDE. 1994. Contrat programme entre l'Etat et la SONEDE.

Copyrighted material

UGANDA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Uganda, a landlocked country on the equator in central Africa, has a total area of 235 880 km^2, 15% of which is occupied by freshwater swamps and lakes. The cultivable area was about 16 759 600 ha in 1991, which is 71% of the total area. The cultivated area is estimated to be 5 027 880 ha, or 30% of the cultivable area.

The total population is nearly 21 million (1994), of which 11% is urban. The average population density is 87/km^2, but varies from 20 in the northeast to more than 300/km^2 in the southeast and southwest. Population growth is 2.6% per year.

Agriculture is the mainstay of the Ugandan economy. The sector accounted for 51% of the GDP in 1991 and over 90% of exports, and employs 80% of the employed household population.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1993	23 588 000	ha
Cultivable land	1991	16 759 600	ha
Cultivated land	1991	5 027 880	ha
Total population	1994	20 621 000	inhab.
Population density	1994	87	inhab./km^2
Rural population	1993	89	%
Water supply coverage			
Urban population	1991	43	%
Rural population	1991	43	%

Climate and water resources

Rainfall is fairly reliable and varies from 750 mm/year in the northeast to 1 500 mm/year in the high-rainfall areas on the shores of Lake Victoria and around the highlands. Temperatures average about 21°C, ranging from 15° to 30°C. More than two-thirds of the country is 1 000 to 2 500 m in elevation.

Uganda is the 'water tower' of Central Africa. More than 15% of the area is made up of freshwater swamps and lakes, such as Lake Victoria, the second largest lake in the world: 69 000 km^2 (of which about 29 000 km^2 is in Uganda) with a maximum depth of 80 m and a capacity of 2 700 km^3. The whole of Uganda lies within the Upper Nile catchment, with numerous rivers flowing into Lakes Edward, Victoria, Kyoga and Albert, and also directly to the Nile. The only outlet from Lake Victoria is the Victoria Nile. The main river into Lake Victoria is the Kagera, which rises in the highlands of Rwanda and Burundi. Although not known with precision, water resources are globally estimated at 66 km^3/year.

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		1 133	mm/yr
		267.3	km^3/yr
Internal renewable water resources - total		39	km^3/yr
Internal renewable water resources - per caput	1994	1891	m^3/yr
Global renewable water resources		66	km^3/yr
Dependency ratio		40.9	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1970	120	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1970	64	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1970	16	$10^6\ m^3/yr$
Total		200	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1970	20	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		0.5	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

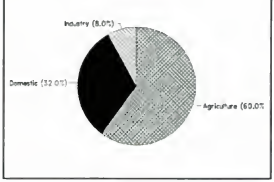
TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1991	202 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1987	5 550	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation		1987	80	ha
- micro-irrigation			-	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms		1987	3 570	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms			-	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1987**	**9 120**	**ha**
- as a percentage of cultivated area		1987	0.2	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation			-	ha
- rice		1987	-	ha
- sugar cane		1987	3 580	ha
- citrus		1987	-	ha
- vegetables		1987	-	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

Withdrawal was estimated at 0.2 km^3 in 1970 (Figure 1), of which 0.12 km^3 was reported as being for agriculture, which seems to be an overestimate.

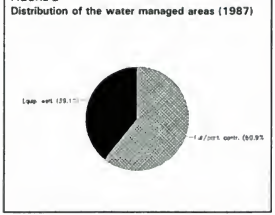
FIGURE 1
Water withdrawal (total: 0.2 km^3 in 1970)



IRRIGATION DEVELOPMENT

In general the country is fertile and benefits from adequate rainfall, offering favourable natural conditions for agricultural production, with the exception of the far north and northeast, where the rainfall is confined to one rainy season. In the south, rainfall conditions permit more-or-less-continuous cropping.

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1987)



In 1987, the total water managed area was estimated to be only 9 120 ha, or about 0.2% of the cultivated area. The full or partial control equipped area was 5 550 ha and the equipped wetland, 3 570 ha (Figure 2). On a pilot scale (80 ha), sprinkler irrigation was practised. Rice, sugar cane, citrus fruits and vegetables are currently the main crops grown under irrigation.

According to African Development Fund (ADF) estimates, Uganda has good potential for an expansion of its irrigated agriculture, with the amount of land which could potentially be cultivated under irrigation estimated at 202 000 ha. However, using the Victoria-Nile river and its tributaries, or the larger inland lakes, for irrigation purposes would have serious consequences for irrigated farming and the supply of water for countries to the north, especially Sudan and Egypt.

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The institutions involved in irrigation and water development are:

- Ministry of Agriculture, Animal Industries and Fisheries (MAAIF):
  - Department of Agricultural Development (DAD).
- Ministry of Water, Energy, Minerals and Environmental Protection (MWEMEP):
  - Water Development Department (WDD).

Copyrighted material

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Irrigation developments started in the 1960s, developing settlements using a top-down approach. Those projects are now managed by MAAIF. The schemes are operating with serious difficulties, principally because of budget restrictions.

In October 1991, a FAO project, Assistance in small-scale irrigation, started, with the aim of assisting the Government of Uganda in its strategy of promoting small-scale irrigation by strengthening the national capacity to plan, implement and provide supporting services for irrigated agriculture.

According to that project, rehabilitation of the abovementioned government schemes should first consider the organizational structure which would manage the rehabilitated schemes. Strengthening of farmer organizations and improvement of irrigated agriculture technology is a priority in some schemes; privatization might be a good alternative in other schemes.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Mihajlovich D. 1993. Assistance in small-scale irrigation. Irrigation Engineering Consultancy, project FAO-TCP/UGA/0154.

Statistisches Bundesamt. 1991. Country Profile Uganda.

UNEP. 1988. Strategic Resources Planning in Uganda, Volume IV: Water Resources.

World Bank. 1993. Uganda: Agricultural Sector Memorandum. Three volumes. Report No. 10715-UG.

Copyrighted material

ZAIRE

DONNEES PHYSIQUES ET POPULATION

Le Zaïre, au coeur de l'Afrique équatoriale, a une superficie de 2,3 millions de kilomètres carrés. La superficie cultivable est évaluée à 80 millions d'hectares, soit 34% de la superficie totale. La superficie cultivée est évaluée à 6 millions d'hectares, soit 7,5% de la superficie cultivable et à peine 2,6% de la superficie totale.

La population totale était estimée à 42,6 millions d'habitants en 1994, dont 61% de ruraux. La densité moyenne est de 18 hab./km^2, mais elle varie de 8 hab./km^2 dans la province de Maniema dans le nord-est du pays à plus de 50 hab./km^2 dans la province du Nord-Kivu en bordure du Rwanda à l'est du pays, et plus de 330 hab./km^2 dans la province de Kinshasa, la capitale.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficie du pays	1994	234 486 000	ha
Superficie cultivable	1987	80 000 000	ha
Superficie cultivée	1987	6 000 000	ha
Population totale	1994	42 552 000	hab.
Densité de population	1994	18	hab./km^2
Population rurale	1990	61	%
Accès à l'eau potable			
Population urbaine	1990	68	%
Population rurale	1990	24	%

L'agriculture emploie plus de 70% de la population active, mais elle ne contribue que pour 30% à la formation du PIB. La valeur des exportations agricoles représente entre 8 et 20% de la valeur totale des exportations.

Climat et ressources en eau

Le pays est traversé par l'Equateur: le climat est donc de type équatorial sur la majeure partie du pays et tropical au sud. Il y a deux saisons: la saison des pluies de septembre à juin dans le sud et de février à novembre au nord. La saison sèche correspond aux mois de juin et juillet au sud et aux mois de décembre et janvier au nord.

La pluviométrie moyenne est de 1 534 mm/an, mais elle varie de 775 mm/an sur la côte atlantique à plus de 2 100 mm/an sur les pentes occidentales des montagnes de l'est du pays.

L'amplitude thermique annuelle est très faible puisque seuls 1° ou 2°C séparent les mois les plus froids des mois les plus chauds. Par contre, l'amplitude thermique journalière peut atteindre 9° à 10°C en saison humide.

Copyrighted material

TABLEAU 2
Bilan hydrique

Ressources en eau:			
Précipitations moyennes		1 534	mm/an
		3 596,6	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – totales		935	km^3/an
Ressources en eau renouvelables internes – par habitant	1994	21 973	m^3/an
Ressources en eau renouvelables globales		1 019	km^3/an
Indice de dépendance		8,2	%
Capacité totale des barrages		-	km^3
Eau désalinisée		-	10^6 m^3/an
Prélèvements en eau:			
- Agriculture	1995	82,8	10^6 m^3/an
- Collectivités	1990	216,4	10^6 m^3/an
- Industrie	1990	57,8	10^6 m^3/an
Total		357,0	10^6 m^3/an
par habitant	1990	9	m^3/an
en % des ressources renouvelables internes		0,04	%
Autres prélèvements		-	10^6 m^3/an
Eaux usées:			
Production		-	10^6 m^3/an
Traitement		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		1995	4 000 000	ha
Irrigation:				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1995	10 000	ha
- irrigation de surface		1995	10 000	ha
- irrigation par aspersion		1995	0	ha
- micro-irrigation		1995	0	ha
Partie irriguée à partir des eaux souterraines		1995	0	%
Partie irriguée à partir des eaux de surface		1995	100	%
Partie de la superficie équipée réellement irriguée		1995	80	%
2. Superficie irriguée par épandage de crues			-	ha
3. Marais et bas-fonds équipés		1995	500	ha
4. Autres marais et bas-fonds cultivés		1995	2 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue		1995	1 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1995**	**13 500**	**ha**
- En pourcentage de la superficie cultivée		1995	0,2	%
- Augmentation sur les 10 dernières années			-	%
- Partie irriguée par pompage		1995	3,7	%
Gestion des périmètres en maîtrise totale/partielle:	Critère			
Grands périmètres	> - ha		-	ha
Périmètres moyens			-	ha
Petits périmètres	< - ha		-	ha
Nombre total de ménages			-	
Cultures irriguées:				
Production totale de céréales irriguées			-	t
en % de la production totale de céréales			-	%
Cultures irriguées		1995	13 500	ha
- canne à sucre		1995	11 200	ha
- riz		1995	2 300	ha
-				
Drainage - Environnement:				
Superficie drainée		1995	3 900	ha
en % de la superficie cultivée		1995	0,1	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha

Copyrighted material

Le pays est constitué d'une dépression bordée par l'Oubangui au nord, par la chaîne de montagnes qui marque la bordure du rift Africain à l'est, par les plateaux du Kasaï et du Shaba au sud et sud-est, et par les monts Mayumbe à l'ouest. Le pays tout entier est inclusdans le bassin versant du fleuve Zaïre (3,8 millions de kilomètres carrés), qui est le deuxième plus grand bassin du monde après l'Amazone. Le débit annuel moyen du fleuve est de 40 700 m^3/s à Boma juste avant l'embouchure. Les ressources renouvelables globales sont évaluées à 1 019 km^3, ce qui fait du Zaïre un des pays d'Afrique les plus riches en eau.

Les prélèvements totaux en eau sont évalués à 0,36 km^3/an (figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau (total: 0,357 km³ en 1994)

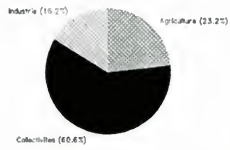


FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau (1994)

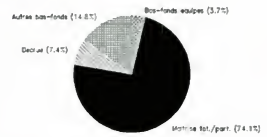
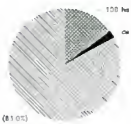


FIGURE 3
Typologie des périmètres avec contrôle de l'eau (1994)



DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION

Le potentiel pour l'irrigation est évalué à 4 millions d'hectares. D'autres estimations font état d'un potentiel de 20 millions, ce qui correspondrait à près de trois fois la superficie cultivée.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 13 500 ha (figure 2). La répartition de ces superficies par taille est donnée à la figure 3. Les superficies avec contrôle de l'eau les plus petites couvrent au total une superficie de 2 000 ha et concernent 10 000 ménages environ, les superficies comprises entre 100 et 1 000 ha ne concernent que 300 ha au total avec environ 1 500 ménages, tandis que les grands ensembles aménagés pour un contrôle de l'eau s'élèvent à 11 200 ha, gérés par des sociétés qui confient 1 ha à chaque ménage. Le coût moyen d'aménagement de 1 ha irrigué varie de 1 000 à 6 000 $EU suivant la taille et le type de l'aménagement. Les coûts moyens annuels d'exploitation et d'entretien varient en fonction des mêmes critères de 100 à 750 $EU/ha.

La superficie en maîtrise totale et partielle est évaluée à 10 000 ha, tous irrigués à partir d'eaux de surface. La seule technique d'irrigation est l'irrigation de surface. La majeure

Copyrighted material

partie des surfaces équipées sont irriguées à partir de prises en rivière au fil de l'eau (figure 4), tandis que 500 ha sont irrigués par pompage dans des rivières.

L'état des infrastructures hydrauliques n'est pas satisfaisant et la totalité de la surface équipée nécessiterait une réhabilitation. Seuls 8 000 ha sont actuellement réellement irrigués.

La superficie dans les bas-fonds et les marais équipés est estimée à 500 ha. La superficie dans les bas-fonds et les marais non équipés est estimée à 2 000 ha. La superficie en cultures de décrue est estimée à 1 000 ha.

Les principales cultures irriguées sont la canne à sucre (rendement moyen 70 t/ha) et le riz (rendement moyen 3 t/ha) (figure 5).

Les superficies drainées s'élèvent à 3 900 ha: le coût moyen du drainage est de 400 $EU/ha.

FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation, maîtrise totale/partielle (1994)

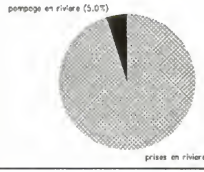
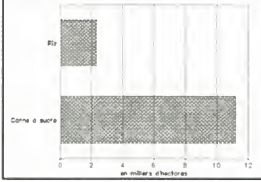


FIGURE 5
Cultures irriguées, superficies avec contrôle de l'eau (1995)



ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

La Société d'Etat dite Régie de distribution d'eau de la République du Zaïre (REGIDESO) est responsable de l'approvisionnement en eau potable des agglomérations de 5 000 habitants et plus, ainsi que de tous les chefs-lieux de zones.

Le Service national de l'hydraulique rurale, créé en 1983, relève du Commissariat d'Etat au développement rural, Direction du génie rural. Il est responsable de l'approvisionnement en eau des populations rurales. Les premières installations sont mises en place sans frais pour la collectivité bénéficiaire, à charge pour elle d'assumer les frais de fonctionnement et d'entretien.

Le Ministère de l'agriculture, avec ses différents services, est responsable de l'aménagement et du développement rural.

EVOLUTION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

En matière d'eau, la priorité a été donnée à l'approvisionnement en eau potable des populations rurales et urbaines avec le plan quinquennal 1986-91 de développement de l'hydraulique urbaine et rurale. L'objectif était de passer d'un taux de couverture en eau potable de 17% pour le milieu rural et pour le milieu urbain, en 1986, à 50% pour le milieu

Copyrighted material

rural et 70% pour le milieu urbain en 1991. En 1990, les dernières estimations faisaient état d'un taux de desserte de 24% en milieu rural et de 68% en milieu urbain.

L'irrigation n'a été développée que localement par des sociétés sucrières, ou dans des bas-fonds et autour de rivières pour la riziculture. Le potentiel de développement reste très important, mais la disponibilité en terres et les importants apports pluviométriques n'incitent pas, pour l'instant, les Zaïrois à investir dans l'irrigation.

Cependant, à proximité de la capitale, un projet d'aménagement de 5 000 ha de marais pour la riziculture aquatique sur les terres du Pool Malebo est à l'étude dans le cadre du Programme national riz qui a pour but d'améliorer la filière rizicole au Zaïre.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1988. Memorandum sur le secteur agricole. Zaïre: vers un développement agricole soutenu. Rapport 7356-ZR.

FAO. 1990. Orientations pour un schéma régional d'aménagement de l'Equateur et pré-identification de projets d'investissement. FAO/CI Rpport 98/90 TA -ZAI 39.

Ministère de l'agriculture et du développement rural, Service national des statistiques agricoles. 1993. Annuaire des statistiques agricoles 1985-91.

Copyrighted material

ZAMBIA

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Zambia is a landlocked country covering an area of 752 610 km^2. Total cultivable land is estimated to be over 16 million ha, or 21.7% of the total area. About 1 million ha is cultivated, which is 6.3% of the cultivable area and 1.4% of the total area.

The population is about 9 million (1994), with an annual growth of 3.2%. Average population density is 12.3/km^2. The rural population is estimated to be 62%. The mining sector's contribution to GDP has declined from 36% in 1970 to 8% in 1990, and manufacturing has almost doubled, from 24% to 43%. Agriculture's share of GDP has risen from 13% in 1985 to 17% in 1990. The agricultural sector has an enormous potential for expansion, given the right economic climate by freeing product and input pricing, ensuring security of land tenure, providing credit and modifying taxation. About 60% of the population is currently dependent upon agriculture, which provides employment to 67% of the labour force.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1994	75 261 000	ha
Cultivable land	1994	16 350 000	ha
Cultivated land	1994	1 029 570	ha
Total population	1994	9 196 000	inhab.
Population density	1994	12	inhab./km^2
Rural population	1994	62	%
Water supply coverage			
Urban population	1994	43	%
Rural population	1994	30	%

Climate and water resources

The mean annual rainfall is 1 011 mm, and is least in the south – 750 mm/year – and increases uniformly to 1 400 mm/year in the north. Most of the cropping land in the central zone receives 900 mm to 1 200 mm/year. Rainfall is unimodal, influenced by the inter-tropical convergence zone (ITCZ) and concentrated in November to April. The climate is cool and dry from May to August, and then becomes hotter with the onset of the rains. Zambia has five major river systems:

- the Upper Zambezi, with its origin in Angola and flowing to Mozambique after forming the border with Zimbabwe;
- the Kafue and the Luangwa river systems, which together drain most of the central part of the country and empty into the Zambezi;

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		1 011	mm/yr
		760.7	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		80.2	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	8 721	m^3/yr
Global renewable water resources		116.0	km^3/yr
Dependency ratio		30.9	%
Total dam capacity	1994	200	km^3
De-salinated water		-	10^6 m^3/yr
Water withdrawal:			
- Agricultural	1994	1 318	10^6 m^3/yr
- Domestic	1994	270	10^6 m^3/yr
- Industrial	1994	118	10^6 m^3/yr
Total		1 706	10^6 m^3/yr
per caput	1994	186	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		2.1	%
Other withdrawal		-	10^6 m^3/yr
Wastewater:			
Produced		-	10^6 m^3/yr
Treated		-	10^6 m^3/yr
Re-used treated waste-water		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		1992	520 000	he
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1992	46 400	he
- surface irrigation		1992	28 400	he
- sprinkler irrigation		1992	17 200	ha
- micro-irrigation		1992	800	ha
% of area irrigated from groundwater		1992	5.4	%
% of area irrigated from surface water		1992	94.6	%
% of equipped area actually irrigated		1992	99	%
2. Spate irrigation area			-	he
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1992	100 000	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1 + 2 + 3 + 4 + 5)		**1992**	**146 400**	**ha**
- as a percentage of cultivated area		1992	14.2	%
- increase over last 10 years		1980-1991	8	%
- power irrigated area as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> ha		-	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production		1991	81 500	t
as a % of total grain production		1991	5.4	%
Harvested crops under irrigation (full or partial control)		1991	46 400	ha
- wheat		1991	14 500	
- sugar cane		1991	12 400	ha
- rice		1991	9 500	ha
- vegetables		1991	5 600	ha
- other		1991	4 400	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

- a small drainage area of the Tanganyika in the North; and
- the Luapula river, which flows into Zaïre.

Average annual water resources are globally estimated at around 116 km^3, of which about 80 km^3 originates within Zambia. Groundwater resources are estimated to be about 47 km^3/year. There are extensive limestone aquifers covering an area of 25 000 km^2, extending from Lusaka to the northwest.

The total dam capacity is approximately 200 km^3, of which major dams (including Kariba) account for 188 km^3. An inventory of the country's dams is currently being compiled by the Water Resources Board. The country's energy requirements are mainly provided by hydropower (Kariba and Kafue), from a total installed capacity of 1 643.5 MW and annual generation of 10 500 GWh.

Total water withdrawal is about 1.7 km^3 (1994) (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 1.71 km³ in 1994)

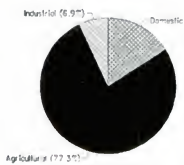


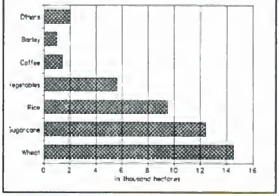
FIGURE 2
Distribution of the water managed areas (1992)

IRRIGATION DEVELOPMENT

The irrigation potential, based on water and soil resources, has been estimated to be 1.4 million ha. Of this, 520 000 ha, including existing *dambo* and irrigated areas, could be economically developed in the future.

The total water managed area is about 146 400 ha (Figure 2).

FIGURE 3
Irrigated crops, full or partial control (1991)



At present some 46 400 ha are equipped for full or partial control irrigation. A total of 61 900 ha of crops are grown annually in these schemes, of which only 46 400 ha are irrigated (Figure 3). Two crops are grown each year on 15 500 ha. In winter, wheat (14 500 ha) and barley (1 000 ha) are irrigated; in summer, rainfed soybean (12 500 ha) and cotton (3 000 ha) are cultivated on these areas. All irrigation is from surface water, either from weirs, pumping from rivers, or from dams, except for some 2 500 ha, which are reported to be irrigated from groundwater (Figure 4). Surface irrigation (furrow and basin) is practised on 28 400 ha; there are 17 200 ha under sprinkler and centre pivot; and 800 ha

Copyrighted material

with drip (Figure 5). Some 259 ha under surface irrigation need rehabilitation. There are no standard criteria for defining irrigation farming in Zambia, but three main categories are used in the full or partial control irrigation subsector (Figure 6):

- *Commercial Estates* (18 000 ha)
  These include both large- and small-scale company estates and commercial farms growing a range of high-value crops, including coffee, fruit, vegetables, as well as wheat and barley.

- *Parastatal and Semi-parastatal*
  (12 400 ha) Large-scale farming development with varying degrees of government control, such as the Nakambala Sugar Estate, which is owned by Zambia Sugar Corporation and managed under contract by a commercial company, Booker Tate Ltd. As a variation of the conventional parastatal concept, the government develops and operates estates in partnership with commercial investors such as Commonwealth Development Corporation, International Finance Corporation, commercial banks and other privately owned companies.

- *Smallholder* (16 000 ha) Of this area, 3 669 ha have been established by the government as formal schemes in areas of traditional land tenure, on which farmers are allocated 0.5 to 1.0 ha plots and where the government has continued to accept responsibility for operation and management. However, performance has been disappointing, and 13 of the 32 schemes have been shown to be non-operational.

FIGURE 4
Irrigation water sources (1992)

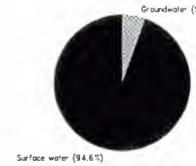


FIGURE 5
Irrigation techniques, full or partial control (1992)

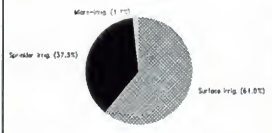
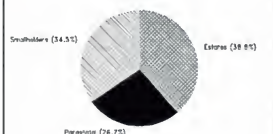


FIGURE 6
Irrigation management, full or partial control (1992)



About 100 000 ha are under so-called traditional irrigation. These wetlands and dambos in traditional areas of land tenure have been used for rice, fruit and vegetable production for several generations without government intervention.

The estimated capital cost of small-scale sprinkler irrigation development is $US 4 000/ha. Annual maintenance is about $US 320/ha.

Copyrighted material

INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

The Irrigation and Land Husbandry Branch (ILHB) of the Department of Agriculture, in the Ministry of Agriculture Food and Fisheries, is responsible for irrigation planning and development. The Branch consists of four sections: Agricultural Engineering, Irrigation Engineering, Soil Conservation, and Land Use Planning. The ILHB was formed in 1988.

The Water Act controls the water resources of Zambia and is administered by the Water Development Board. The Board allocates water and grants water rights. The Act is at present unclear and there are many loopholes, which has lead to numerous disputes. Effectively, no water charges have been levied on any irrigation abstractions, although water right permits are required, but take many months to obtain. The Act is in the course of revision.

The Ministry of Lands (MOL) is responsible for land tenure and the issue of title deeds.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

Apart from traditional wetland farming no significant irrigation development in Zambia occurred until Independence, in 1964, when a pilot scheme of 120 ha was established at Makambala.

Following droughts in 1982 and 1985, together with the decline in world copper prices, the Government placed more emphasis on agriculture. There was an upsurge in irrigation development, mainly in the commercial and semi-parastatal categories, and by the late 1980s about 35 000 ha were under irrigation, and 46 400 ha by 1991.

The main constraints facing irrigated agriculture have hinged upon the lack of appropriate policies and strategies. Furthermore, the Government has not provided sufficient resources for the enhancement of the irrigation subsector. In the 1994 'Agricultural Sector Investment Programme' one of the five main objectives is to "ensure national food security through dependable annual production of adequate supplies of basic food stuffs." (Policy Frame Working Paper, 1993). This objective poses a serious challenge to the irrigation subsector. Irrigated agriculture – for which land and water resources potential are substantial – offers a viable option for increasing crop production and reducing dependency upon rainfall, and thereby achieving national objectives.

The specific objectives for the irrigation subsector in the investment programme are:

- to promote economically sustainable irrigation systems among small- and large-scale farmers;
- to expand the area under irrigated agriculture and contribute to increased crop production;
- to create rural employment and income generation; and
- to increase incomes at both national and household levels.

Strategies will be directed at eliminating constraints that have hindered development of irrigation in the past. Specific strategies are to:

Copyrighted material

- develop a National Irrigation Water Master Plan to ascertain the actual potential in the Country (this would be complementary to the National Water Resources Master Plan currently being prepared with Japanese bilateral aid);
- strengthen the institutional capacity of the Irrigation Engineering Section (IES) to provide an effective irrigation service and training to farmers;
- encourage and support extension of the National Electricity Grid, where economically feasible, to potential irrigation areas;
- support the development of economically sustainable irrigation infrastructure, including multipurpose dams;
- renew and streamline procedures for granting water rights;
- encourage socially and economically viable smallholder irrigation schemes; and
- provide technical and extension services to small-scale farmers in rural areas.

Approximately 90% of Zambia is traditional land under 'customary tenure,' and 10% is under leasehold tenure. The Ministry of Lands (MOL) holds that the basis for a farmer family to improve its lot and in turn build the nation's wealth is to have title to the rural land it works. MOL is encouraging the taking out of title deeds (leases) on customary land. This will particularly assist the promotion of smallholder irrigation schemes.

This new process of distribution of leases has been carried out mainly in consultation with traditional authorities, but the Commissioner of Lands has ultimate authority to overrule them. By the end of 1991, some 60 000 title deeds to customary land had been issued, and the target was to increase the number to 1 million by 1995/96.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

JICA [Japan International Cooperation Agency]. 1992. Master Plan Study on Hydrology Observation Systems of Major River Basins in Zambia. Final Report.

JICA. 1994. The Study on the National Water Resources Master Plan in the Republic of Zambia. Progress Report No. 2 prepared by Yachingo Engineering Co. Ltd.

Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 1994. Agricultural Sector Investment Programme. Irrigation Sub-Programme. Prepared by Akayombokwa, I.M., Chibinga, P., Moono, D., & Choseni, P.

Ministry of Agriculture Food and Fisheries. 1993. Irrigation Water Master Plan for State Land and New Proposed Farm Blocks. Technical Proposal. Report prepared by DHV Consultants.

Ministry of Agriculture. Irrigation and Land Husbandry Branch. 1990. *Two Decades of Irrigation for Higher Productivity*. Proceedings of the International Seminar on Policies for Irrigation Development in Zambia. 2 vols. Government Service for Land and Water Use. The Netherlands.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. Regional Irrigation Development Strategy. Country Report: Zambia. Harare.

SARDC Southern African Environmental Issues. Water N° 2.

World Bank/Kingdom of the Netherlands. 1989. Study on Options and Investment Priorities in Irrigation Development. Report prepared by Euroconsult/Delft Hydraulics Laboratory/Royal Tropical Institute.

Copyrighted material

ZIMBABWE

GEOGRAPHY, POPULATION AND WATER RESOURCES

Zimbabwe is a land-locked country in the Southern African Region, and has an area of 390 076 km^2.

Total population was estimated at about 11 million in 1994. In 1992, 70% was rural and the annual demographic growth rate was about 3.2%.

Agriculture contributes between 30 to 40% to total exports and 14% to GDP, with most crops being produced under rainfed conditions.

TABLE 1
Basic statistics and population

Area of the country	1993	39 076 000	ha
Cultivable land		-	ha
Cultivated land		-	ha
Total population	1994	11 002 000	inhab.
Population density	1994	28	inhab./km^2
Rural population	1992	70	%
Water supply coverage			
Urban population	1993	100	%
Rural population	1993	61	%

Climate and water resources

Average annual rainfall is 652 mm, but ranges from 1 000 mm in the Eastern Highlands to around 350 to 450 mm/year in the lowveld in the South. About 90% of the precipitation occurs during the period of mid-November to early April. The winter season is from April to August, and the hottest and driest period is from September to mid-November.

Zimbabwe is bordered to the north by the Zambezi and to the south by the Limpopo, both rivers flowing into Mozambique. Together with the Save in the east, they collect most of the streams emanating from the Highveld, a plateau which runs diagonally across the country. Most of Zimbabwe's rivers dry up a few months after the rainy season and, by the end of each dry season, major rivers such as the Limpopo and Save become "rivers of sand," with only few scattered pools. It should be noted, however, that the rivers carry large volumes of interflow. In fact, during drought years, sand-point abstraction (a technique for extracting water from the sand layers in the river beds) is the most reliable form of water supply.

Internally produced water resource amount to about 14 km^3/year. The potential yield (probably including external resources) is estimated at about 13 km^3/year, of which 29%

Copyrighted material

TABLE 2
Water balance

Water resources:			
Average precipitation		652	mm/yr
		254.9	km^3/yr
Internal renewable water resources – total		14.1	km^3/yr
Internal renewable water resources – per caput	1994	1 282	m^3/yr
Global renewable water resources		20.0	km^3/yr
Dependency ratio		29.5	%
Total dam capacity		-	km^3
De-salinated water		-	$10^6\ m^3/yr$
Water withdrawal:			
- Agricultural	1987	963.8	$10^6\ m^3/yr$
- Domestic	1987	170.8	$10^6\ m^3/yr$
- Industrial	1987	85.4	$10^6\ m^3/yr$
Total		1 220.0	$10^6\ m^3/yr$
per caput	1987	135	m^3/yr
as a % of internal renewable water resources		8.7	%
Other withdrawal		-	$10^6\ m^3/yr$
Wastewater:			
Produced		-	$10^6\ m^3/yr$
Treated		-	$10^6\ m^3/yr$
Re-used treated wastewater		-	$10^6\ m^3/yr$

TABLE 3
Irrigation and drainage

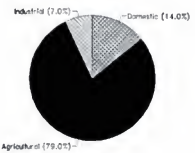
Irrigation potential		1993	331 000	ha
Irrigation:				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1993	116 577	ha
- surface irrigation		1993	21 144	ha
- sprinkler irrigation		1993	87 433	ha
- micro-irrigation		1991	8 000	ha
% of area irrigated from groundwater			-	%
% of area irrigated from surface water			-	%
% of equipped area actually irrigated			-	%
2. Spate irrigation area			-	ha
3. Equipped wetland and inland valley bottoms			-	ha
4. Other cultivated wetland and inland valley bottoms		1993	20 000	ha
5. Flood recession cropping area			-	ha
Total water managed area (1+2+3+4+5)		**1993**	**136 577**	**ha**
- as a percentage of cultivated area			-	%
- increase over last 10 years			-	%
- power irrigation as % of water managed area			-	%
Full or partial control schemes:	Criteria			
Large schemes	> - ha	1993	93 656	ha
Medium schemes			-	ha
Small schemes	< - ha	1993	9 421	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated Crops:				
Total irrigated grain production			-	t
as a % of total grain production			-	%
Harvested crops under irrigation		1989	178 547	ha
- wheat		1989	47 500	ha
- cotton		1989	39 486	ha
- sugar cane		1989	31 767	ha
- soybean		1989	15 000	ha
- other		1989	44 794	ha
Drainage - Environment:				
Drained area			-	ha
as a % of cultivated area			-	%
Flood-protected area			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha

Copyrighted material

(3.8 km^3/year) is currently used. The estimated groundwater potential is between 1 and 2 km^3/year.

In 1987, water withdrawal was estimated to be 1.2 km^3 (Figure 1); in 1990 it was about 3.6 km^3.

FIGURE 1
Water withdrawal (total: 1.22 km^3 in 1987)



IRRIGATION DEVELOPMENT

Land suitable for irrigation in Zimbabwe is estimated to be more than 550 000 ha, but water availability reduces this potential to 331 000 ha. It is estimated that this development could be achieved in 20 to 30 years.

Irrigated areas have increased substantially in the last 25 years, more than tripling, from 60 000 ha in 1968 to 191 000 ha in 1990, including double-cropped areas. Between 1982 and 1985, the irrigated area dropped from 165 000 ha to 136 000 ha as a result of the severe drought (Figure 2). In 1993, full or partial control irrigated areas (called 'formal irrigation') was about 116 600 ha, while cultivated wetlands and gardens (called 'informal irrigation') represented about 20 000 ha (Figure 3). In the dualistic system which is characteristic of Zimbabwean agriculture, there is almost no intermediate position between the large- and the small-scale farmers. Most of the areas developed for full or partial control irrigation are large-scale commercial private and parastatal schemes (107 156 ha), while small-scale schemes cover only 9 421 ha (Figure 4).

FIGURE 2
Evolution of the irrigated area, including double cropping

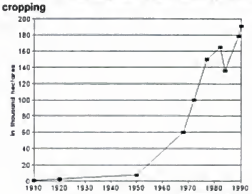
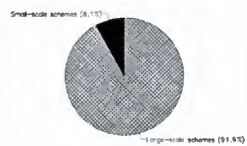


FIGURE 3
Types of full or partial control irrigation schemes (1993)



As far as full or partial control irrigation management is concerned, four categories can be distinguished (Figure 5):

- *large-scale commercial* refers to operations on land owned by private individuals or groups (93 656 ha);
- *ARDA schemes* (Agricultural and Rural Development Authority) refer to operations by a parastatal organization, mainly on large farms situated in communal (public) lands (13 500 ha);

Copyrighted material

- *settler farming* refers to operations by small-scale commercial farmers who are attached to the ARDA and sugar estates; they generally do not have title deeds to their plots (3 421 ha);

- *smallholder farming* refers to operations by communal or resettlement farmers, who generally irrigate small plots; they do not have title deeds to their plots (6 000 ha).

In 1988, 93% of large-scale private schemes had an area larger than 50 ha, and 62% were larger than 250 ha, while the settlers' average irrigated area was 2.6 ha.

In 1992, about 87 000 ha of the full or partial control equipped area was under sprinkler irrigation (traditionally used on commercial farms), with surface irrigation on most of the remaining area, barring 8 000 ha of micro-irrigation (Figure 6). In small gardens, water can also be provided by hand from nearby water pools or hand-dug wells.

Most water for irrigation is pumped from regulated-flow rivers or stored in farm reservoirs, known locally as 'dams'. Water is currently treated as a free commodity. Starting from 1986, a National Blend Price for water has been applied to charge the commercial farming group for water from dams, based on the capital investment and operation and maintenance (O&M) cost.

In 1990, the on-farm (in-field works) investments for small schemes irrigation development ranged from $US 1 250 to 2 900/ha, depending on the irrigation techniques. Annual O&M costs were estimated at $US 220/ha and $US 40/ha for sprinkler and surface irrigation systems respectively.

FIGURE 4
Distribution of the water managed areas (1993)

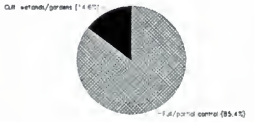


FIGURE 5
Irrigation management, full or partial control (1993)

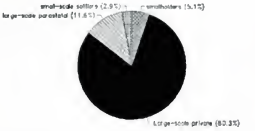
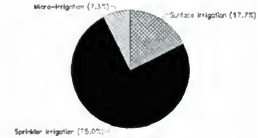


FIGURE 6
Irrigation techniques, full or partial control (1991)

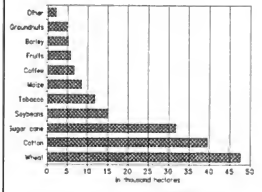


In 1990, it was estimated that about 40% of the nine principal crops' value was produced under irrigation. Major irrigated crops are wheat, cotton, sugar cane, soybean, tobacco and maize (Figure 7). The winter:summer irrigated area ratio is 1:1.6.

Copyrighted material

Some major environmental issues which are related to irrigation are soil erosion (with severe impact on communal lands), siltation (of dams, intake structures, pumps, canals), and water pollution (due to agrochemicals).

FIGURE 7
Irrigated crops (1989)



INSTITUTIONAL ENVIRONMENT

- The Ministry of Lands, Agriculture and Water Development (MLAWD) is in charge of implementation of the Government's policy on agriculture and water affairs.
  - The Department of Agricultural, Technical and Extension Services (AGRITEX) has the mandate for irrigation development, and is directly involved with the planning, design and operation of most smallholder irrigation schemes. It coordinates and directs donor participation in irrigation development.
  - The Department of Water Resources and Development (DWRD) is in charge of water resources management.
- The Agricultural and Rural Development Authority (ARDA) is a parastatal institution responsible for agricultural and rural development on behalf of government. It is the largest single irrigator in the country.
- The Regional Water Authority (RWA) is a parastatal institution responsible for managing the water resources infrastructures in the irrigated lands of southeastern lowveld.
- The Ministry of Local Government, Rural and Urban Development (MLGR&UD) is a lead organization in mobilizing the local community, farmer selection and irrigation plot allocation in smallholder irrigation development. On resettlement schemes, these functions are carried out by the Department of Rural Development (DRD).

Milestones in water-related legislation are: the Land Assessment Act (1951), the Sabi Limpopo Authority Act (1964) (together with the Agricultural and Rural Development Authority Amendment (1982)) and the Regional Water Authority Amendment (1987), the Land Tenure Act (1969), the Water Act (1976), and the Natural Resources Border Act.

TRENDS IN WATER RESOURCES MANAGEMENT

In Zimbabwe, the limiting factor in irrigation development is water availability. Provision of water depends almost entirely on expensive storage works. A way to increase irrigated area at marginal cost of in-field development and without public funds could be to lower the reliability levels of regulated water from 90 to 80%.

Copyrighted material

Historically, irrigation development has largely been a function of private investment. With the significant exception of the construction of large dams, the large-scale private commercial sector is capable of expanding its irrigated area without specific Government support. The present concept for commercial small-scale farmers is to have a core estate which carries the cost of providing management assistance and services to the farmers as part of its overheads. An alternative is to have a pluriform scheme where both large- and small-scale operations are mixed, and where smaller farmers hire services from the larger farmers at commercial rates.

The real limitation on the rate of communal irrigation development is the absorptive capacity of the system as a whole. Communal irrigation is an exercise in community development in which irrigation is the major, but not the only element. The success of individual schemes can be correlated to the experience of the irrigators and their sense of community. Community development and involvement in the creation of new projects and in training leaders and irrigators is necessarily a slow process.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1990. Irrigation subsector review and development strategy. Project TCP/ZIM/8955. Rome.

FAO. 1993. Country Action Programme: Zimbabwe.

Modern Farming Publication. 1991. Commercial Agriculture in Zimbabwe 1990/91.

Copyrighted material

General bibliography
Bibliographie générale

Abbott, J.S. 1991. Micro-Irrigation World Wide Usage. *ICID. Bulletin.*

Bucks, D.A. 1993. *Micro-Irrigation World Wide Usage Report.*

CILSS/OCDE. 1991. *Le développement des cultures irriguées dans le Sahel. Rapport de synthèse et rapports par pays.* OCDE/CILSS/Club du Sahel. SAH/D (91) 366. E/F.

FAO. 1986. Irrigation in Africa south of the Sahara. *FAO Investment Centre Technical Paper No. 5.* 181 p. Rome.

FAO. 1987a. Irrigation and water resources potential for Africa. *FAO Report AGL/MISC/11/87.* 127 p. + maps. Rome.

FAO. 1987b. Consultation sur l'irrigation en Afrique. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage No 42.* 221 p. E/F. Rome.

FAO. 1993. FAO Production Year Book - 1992. Vol. 42. *FAO Statistics Series No. 112.* 281 p. Rome.

Gleick, P (ed.). 1993. *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh-Water Resources.* Oxford University Press for Pacific Institute. New York/Oxford. 473 p.

L'vovitch, M.I. 1974. *World Water Resources and their Future.* Russian ed. Mysl. Moscow. Translation in English by R.L. Nace, American Geological Union, Washington, 1979. 415 p.

Margat, J. 1991. Ressources en eau des pays africains, utilisation et problèmes. *VIIème congrès mondial des ressources en eau.* Mai 1991, Rabat, Maroc. IWRA/AIRE. 21 p.

Margat, J. 1994. *Les ressources en eau des pays de l'OSS - Evaluation, utilisation et gestion.* Observatoire du Sahara et du Sahel, Paris. 83 p.

UNESCO. 1972. *Etude des ressources en eau du Sahara septentrional.* Rapport final + 7 annexes techniques.

UNICEF/WHO. 1993. *Water Supply and Sanitation Sector Monitoring Report 1993.* 57 p.

United Nations. 1987. Groundwater in Northern and Western Africa. *UN-DTCD Natural Resources Water Series No. 18.*

Copyrighted material

United Nations. 1988. Groundwater in Eastern, Central and Southern Africa. *UN-DTCD Natural Resources Water Series No. 19.*

USAID Africa. 1987. *African Irrigation Overview. Main Report.*

Wangnick, K. 1990. 1990. *IDA Worldwide Desalting Plants Inventory*. Report No. 11, May, Wangnick Consulting, Guarrenburg, Germany in Gleick (1993)

World Resources Institute. 1994. *World Resources 1994-95. A Guide to the Global Environment*. Oxford University Press for WRI/UNEP/UNDP. 400 p.

World Water/WHO. 1987. *The International Drinking Water Supply and Sanitation Directory*.

AQUASTAT

For more information on the AQUASTAT programme, or to obtain specific country profiles, write to:

Chief, Water Resources, Development and Management Service
Land and Water Development Division (AGLW)
FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy
Fax: 39-5225-6275
E-mail: Land-and-Water@FAO.Org

Pour plus d'informations sur le programme d'AQUASTAT, ou pour obtenir des monographies spécifiques, écrivez à:

Chef, Service des eaux - ressources, mise en valeur et aménagement
Division de la mise en valeur des terres et des eaux (AGLW)
FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.
Télécopie: 39-5225-6275
E-mail: Land-and-Water@FAO.Org

Copyrighted material

The AQUASTAT programme has been initiated with the view of presenting a comprehensive picture of water resources and irrigation in developing countries. This report presents the results of a survey on Africa taken between October 1994 and April 1995. The survey relied mostly on country-based statistics and information contained in sector studies and master plans. A general summary presents a regional analysis of water resources and irrigation in Africa, and 53 profiles describe the situation in each country in more detail.

Le programme AQUASTAT a été entrepris dans le but de présenter un tableau exhaustif des ressources en eau et de l'irrigation dans les pays en développement. Cette publication rassemble les résultats de l'étude concernant les pays d'Afrique effectuée entre octobre 1994 et avril 1995. Elle a été réalisée principalement à partir de données nationales, schémas directeurs et études sectorielles. Une synthèse générale présente une analyse régionale des ressources en eau et de l'irrigation en Afrique. Elle est suivie de 53 monographies qui détaillent la situation de chaque pays.

ISBN 92-5-003727-9 ISSN 1020-1203

9 789250 037271

M-54 V8260B/1/10.95/1800

COPYRIGHT FAO 2001